Az SI mértékegységek és használatuk

Moldoványi Gyula

Az SI-mértékegységek és használatuk

4. kiadás

A Munkaügyi Minisztérium megbízásából kiadja a
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980

„A Magyar Népköztársaság különös gondot fordít
az ifjúság fejlődésére és szocialista nevelésére,
védelmezi az ifjúság érdekeit"

Lektorálta

Honti Péter
okl. gépészmérnök

Kishonti Istvánné
okl. fizika-matematika tanár

Gabriel Győző
okl. gépészmérnök

Készült a munkaügyi miniszter rendeletére
a Munkaügyi Minisztérium Szakoktatási
és Továbbképzési Főosztályának és a MüM Szakoktatási
és Továbbképzési Intézetének irányításával

Felkérjük az iskolák tanárait és tanulóit,
hogy a tankönyvvel kapcsolatos észrevételeiket
a MüM Szakoktatási és Továbbképzési Intézettel
írásban közöljék

ISBN 963 10 2221 8

ISBN 963 10 3574 3

Felelős szerkesztő: Szokoly Miklósné

Előszó

Ez a kiadvány azokat a tudnivalókat tartalmazza, amelyeket a nemzetközi mértékegység-rendszerről (az SI-ről) mind a műszaki gyakorlatban dolgozóknak, mind a szakmunkásképzésben tanító tanároknak, oktatóknak feltétlenül ismerniük kell. Az olvasók egyaránt megtalálják benne a nemzetközi mértékegység-rendszer egységeit és az ezeken kívüli törvényes mértékegységeket, valamint az ezek írásmódjával kapcsolatos legfontosabb előírásokat.

Nemcsak azért fontos ez a kiadvány, mert a műszaki szakembereknek, a jövő szakembereit tanító pedagógusoknak ismerniük kell a szabványok előírásait, hanem azért is, mert sok olyan mértékegységet használunk még a tervezésben, a gyártásban és az oktatásban, amelyet a Minisztertanács 8/1976. (IV. 27.) számú rendelete csak 1980. jan. 1-ig ismer el törvényesnek. A nyomdai átfutási időt tekintetbe véve, a műszaki szakkönyvek és a tankönyvek alkotóinak már most jól kell ismerniük az SI-egységeket, hogy mire könyvük megjelenik, ezek a mértékegységek szerepeljenek benne.

Nemegyszer látunk olyan kéziratokat és könyveket is, amelyekben a már régen nem törvényes mértékegységek szerepelnek (pl. maxwell, gauss, oersted, erg stb.), és ha a könyvekben még megtalálhatók ezek, a mindennapi gyakorlatban és az oktatásban is többé-kevésbé használják. E rövid könyv legfontosabb célja, hogy kiküszöbölje a ma már nem törvényes mértékegységek használatát.

Természetesen ez a kis összefoglalás nem tartalmazhat mindent, ami az MSZ 4900/1...10-es szabványsorozat tíz füzetében benne van (ez fölösleges is lenne), de igyekeztem az üzemi gyakorlatban és a szakmai képzésben előforduló mennyiségeket és mértékegysé-

geket úgy kiválogatni, hogy — az érettségizett tanulók szakmunkássá képzését is beleértve — az igényeket kellőképpen kielégítsem. Mivel e kiadvány feladata az, hogy az SI-ről *alapfokú* ismereteket közöljön, az egyes mennyiségek vektorjellegére kevés helyen utaltam, csak ott, ahol ez szükségesnek látszott.

Az első rész kissé részletesebb általános tájékoztatást tartalmaz a mértékegység-rendszerekről. Ez feltétlenül szükséges ahhoz, hogy világossá váljék az SI, a nemzetközi mértékegység-rendszer jelentősége.

A második részben a szabványsorozat jelöléseit és felépítését követtem, és a mennyiségek, ill. a mértékegységek számozásában szigorúan megtartottam a szabványban feltüntetett sorszámokat. *A második részben, minthogy ez tulajdonképpen táblázatszerű, a sorok végére szándékosan sehol sem tettem mondatzáró pontot, mert a mértékegységek jele után tett pont zavarná szabályos képüket.* Az egyes mennyiségekre és ezek egységére vonatkozó ismeretek után elég sok helyen *megjegyzésként* szerepel az egységekkel szorosabban összefüggő néhány adat. Végül a pedagógusok részére apróbb betűkkel néhány *tudnivalót* is felsoroltam.

Bővebb tájékozódást nyújt maga a 8/1976. (IV. 27.) MT sz. rendelet és az MSZ 4900-as szabványsorozat, továbbá a Mértékegység kislexikon (szerzője: dr. Fodor György, Bp., 1971. Műszaki Könyvkiadó). Természetesen ez a lexikon csak a kiadásig megjelent szabványokról (rendeletekről) nyújthat felvilágosítást. Az MSZ 4900-as szabványsorozat átdolgozása — főként a 8/1976. (IV. 27.) MT rendeletre való figyelemmel — folyamatban van, és így kellő körültekintéssel ajánlatos használni (pl. az MSZ 4900 megengedi a daN, daJ használatát, az MT rendelet nem).

E kötet életrehívása nemcsak a szerző érdeme. Köszönet illeti *Gabriel Győző* és *Honti Péter* okl. gépészmérnököket és *Kishonti Istvánné* okl. fizika—matematika tanárt, a kiadvány szakmai lektorait gondos ellenőrző munkájukért, számtalan értékes kiegészítő és módosító javaslatukért.

Reméljük, ezzel a kiadvánnyal jelentős segítséget nyújtunk a szakembereknek, pedagógusoknak és tanulóknak egyaránt.

Budapest, 1976. december

A szerző

ELSŐ RÉSZ

Általános tudnivalók

1. A mérésről és a mértékegységekről általában

A természettudományok és a műszaki tudományok egyik legfontosabb feladata, hogy az elénk táruló és az általunk előállított jelenségeket *mennyiségileg* jellemezzék. Valamely fizikai mennyiség egy fizikai állapotnak vagy folyamatnak a *mérhető* jellemzőit írja le kvalitatív és kvantitatív módon.

A mennyiségi jellemzéshez értelmeznünk kell a jelenségekben előforduló mennyiségeket, és meg kell határoznunk ezek összefüggéseit.

Az egyes fizikai mennyiségek közötti összefüggéseket *méréssel* állapíthatjuk meg. Ahhoz, hogy egy mennyiséget mérni tudjunk, a mennyiségnek valamely rögzített értékét kell alapul választani. A mennyiségnek ezt az alapul választott, rögzített értékét a mennyiség *mértékegységének* nevezzük.

A *mérés* a megmérendő mennyiség és az alapul választott mértékegység összehasonlítása. A méréskor meg kell állapítani, hogy a megmért mennyiség hányszorosa az alapul választott mértékegységnek.

Precízen akkor járnánk el, ha a „hányszorosa vagy hányadrésze" kifejezést használnánk. A matematikában azonban a többszörös nem mindig jelent nagyobb mennyiséget, tehát amikor egy mennyiség vagy mértékegység többszöröséről beszélünk, ezen az 1-nél kisebb szorzóval való szorzatot is értjük.

A mérés eredménye tehát a számértéknek (mérőszámnak) és a mértékegységnek a szorzata:

$$\text{mennyiség} = \text{számérték} \times \text{mértékegység}.$$

Ilyen meghatározott mennyiségek például a következők: $l = 5$ m távolság, $v = 20$ m/s sebesség, $U = 220$ V feszültség. Figyeljünk arra, hogy ezekben a példákban a mennyiséget jelölő betűk nem csupán a számértéket jelentik, hanem a számértéknek és a mértékegységnek a szorzatát. A szorzópontot azonban nem tesszük ki a számérték és a mértékegység jele közé.

Az előbbiek szerint valamely mennyiség *számértéke* (mérőszáma) megadja, hogy a vizsgált mennyiség hányszorosa az alapul választott mértékegységnek. Egy mennyiség számértékét tehát úgy kapjuk meg, hogy a mennyiséget elosztjuk a mértékegységével:

$$\text{számérték} = \frac{\text{mennyiség}}{\text{mértékegység}}.$$

Minthogy a mennyiség és mértékegysége azonos jellegű (dimenziójú; l. a 3. fejezetet), hányadosuk természetszerűleg nevezetlen, puszta szám.

A nemzetközi tudományos és technikai együttműködés szükségessé tette, hogy az alapul választott mértékegységek nagysága és jele minden országban azonos legyen. Az egységesítési törekvés már a XVIII. században kezdődött. A francia nemzetgyűlés 1791-ben fogadta el a métert és a kilogrammot a hosszúság, illetve a tömeg egységeként. Ezek a mértékegységek és a többi mennyiségre elfogadott mértékegység igen pontosan meghatározhatók, és nemzetközi megállapodással születtek.

Magyarországon a törvényes mértékegységeket a 8/1976. (IV. 27.) MT sz. rendelet szabályozza.

Minden olyan mennyiség mérésére és értékének kifejezésére, amelyre ez a rendelet törvényes mértékegységet állapít meg, ezt a mértékegységet kell használni. A törvényes mértékegységekben megadott értékek után ezek más mértékegységekben kifejezett egyenértéke is feltüntethető.

Az említett rendelet szerint a törvényes mértékegységek a következők:

a) a nemzetközi mértékegység-rendszer — Système International, jele: SI (kiejtése: es-i) — mértékegységei (SI-egységek);

b) a rendelet mellékletében meghatározott, az SI-egységek közé nem tartozó törvényes mértékegységek;

c) az SI-egységekből és az SI-n kívüli törvényes egységekből képzett mértékegységek;

d) az *a)*—*c)* alatti mértékegységeknek a rendelet mellékletében meghatározott módon képzett többszörösei és törtrészei.

Az MSZ 4900—55 sz. „Fizikai mennyiségek elnevezése és jelölése" című szabvány módosítása MSZ 4900/1...10 szám alatt tíz különböző füzetben jelent meg, és 1972-ben, ill. 1973-ban hatályba lépett. (Megjegyezzük, hogy ennek a szabványsorozatnak kisebb mértékben módosított új kiadása már nyomdában van.) Ez a szabványsorozat átmenetileg megengedi néhány igen elterjedt hagyományos egység használatát is, de első helyen mindenütt az SI-egységeket tartalmazza.

2. Az SI bevezetésének szükségessége

Már évszázadokkal ezelőtt felmerült annak szükségessége, hogy az egyes mennyiségek közötti összefüggéseket rövidített írással rögzítsék. A legegyszerűbb példát véve: a téglatest köbtartalmát nem úgy írták le, hogy hosszúság szorozva szélességgel, szorozva magassággal, hanem minden nemzet az anyanyelv szerinti kezdőbetűvel jelölte a megfelelő mennyiséget. Eszerint nálunk régebben így írták le a téglatest köbtartalmát: $h \cdot sz \cdot m$. A három mennyiséget azonban például németre, oroszra vagy angolra fordítva,más három kezdőbetű jelképezte. Ennek következtében, ha egy idegen nyelvű szakkönyvet lefordítottak, a képleteket is le kellett fordítani.

Ez tarthatatlan állapot lenne a nemzetközi együttműködés szempontjából. Ezért arra volt szükség, hogy a képletekben előforduló betűjeleket és a mennyiségek mértékegységét, valamint ennek jelét is nemzetközi megállapodás szabja meg. A KGST-n belüli országok együttműködése ma már teljesen lehetetlenné válna enélkül, de a KGST tagállamai és a nyugati partnerek ipari és kereskedelmi együttműködését is lényegesen megkönnyíti az egységes jelrendszer.

Az egységes jelrendszer nemcsak a külföldi szakkönyvek megértését teszi könnyebbé, hanem a külföldről érkező vagy külföldre

küldött gépekre, műszerekre írt műszaki adatok megértését is elősegíti.

Ilyen nemzetközileg elfogadott jelek például a következők: sebesség: v (velocitas), idő: t (tempus), terület: A (area), térfogat: V (volumen), gyorsulás: a (acceleratio), nehézségi gyorsulás: g (gravitatio), fordulatszám: n (numerus), elektromos ellenállás: R (resisto) stb. Többnyire a latin nyelvben megfelelő szó kezdőbetűje alapján vesszük a jelet. Természetesen olyan mennyiség is van, amelynek a jelét nem latin szó kezdőbetűje adja, pl.: erő: F (force, angol), munka: W (work, angol), teljesítmény: P (puissance, francia, ill. power, angol). Vannak viszont olyan jelek is, amelyeknek eredete semmilyen szó kezdőbetűjére nem vezethető vissza, hanem egyszerűen nemzetközi megállapodás írja őket elő. Ilyenek például: súrlódási tényező: μ (kis mű, görög betű), impedancia: Z, reaktancia: X, admittancia: Y stb.

Ezzel azonban még nincs egyértelműen elintézve minden, mert több mennyiség van, mint ahány betű. Ha egyes betűk a mennyiségek jeleként egy könyvben már foglaltak, vagyis már más mennyiséget kellett jelölnünk velük, akkor — *de csakis akkor* — az említett szabványsorozatban zárójelben található betűjeleket kell használni. Ha ezek is foglaltak lennének, akkor a félreértés elkerülésére el lehet térni a szabványos jelölésmódtól, de ilyenkor a szabványtól eltérő betűjeleket a könyv elején fel kell sorolni, vagy legalábbis a szövegben fel kell hívni rájuk a figyelmet, és meg kell indokolni a szabványtól való eltérést. A szakmunkástanulók tankönyveiben erre csak elvétve van szükség.

A szabvány egyébként nem minden mennyiségnek írja elő a betűjelét, például a szögeket általában a görög kisbetűkkel lehet jelölni.

Ki kell azt is emelni, hogy sem a mennyiségeket, sem az egységeket jelölő betűk után nem szabad pontot tenni, még akkor sem, ha az a jel több betűből áll, pl. a nyomás egysége a pascal, jele: Pa — tehát a Pa után nem teszünk pontot (kivéve a mondatzáró pontot).

Az SI-egységek egyik legfontosabb jellemzője, hogy az SI-ben felírt egyenletek általában egyszerűek, nem tartalmaznak fölösleges és bonyolult átszámítási tényezőket.

Hogy a fentieket könnyebben megérthessük, tisztázzuk a mennyiségegyenlet, a számértékegyenlet, a mértékegység-egyenlet és a dimenzióegyenlet fogalmát.

3. A mennyiségegyenlet, számértékegyenlet, mértékegység-egyenlet és dimenzióegyenlet

A *mennyiségegyenlet* a mennyiségek közötti kapcsolatot fejezi ki. Például: $v=s/t$, $U=IR$. Ilyen esetekben a képletben nem szabad feltüntetni az egyenlet betűjelei mellett a mértékegység jelét, hiszen a mennyiséget jelentő betű magában foglalja a számértéken (mérőszámon) kívül a mértékegységet is. Viszont ha pl. az időmennyiséget kell kifejeznünk, nem írhatjuk, hogy $t=5$, mert ez nem mond semmit, csupán azt, hogy az alapul vett időegység 5-szörösét kell venni, de nem ad felvilágosítást arra nézve, hogy melyik időegységről van szó. Azt is meg kell tehát mondanunk, hogy például a másodperc 5-szörösét kell vennünk, ekkor $t=5$ másodperc (jele: $t=5$ s).

A mennyiségegyenlet magában foglalja a számértékegyenletet meg a mértékegység-egyenletet is. Például, SI-egységekben számolva, ha $s=5$ m és $t=2$ s, akkor a $v=s/t$ egyenlet alapján $v=2{,}5$ m/s, vagyis a $v=s/t$ mennyiségegyenlet a jelen esetben egyenértékű a $2{,}5\ \text{m/s}=\frac{5\ \text{m}}{2\ \text{s}}$ összefüggéssel, amely két részre bontható. Az egyik rész a számértékegyenlet: $2{,}5=5/2$, a másik rész a mértékegység-egyenlet: m/s = m/s, ami mindig azonosságot ad, ha helyesen számolunk, és koherens mértékegység-rendszer (az SI ilyen!) egységeiben fejeztük ki a mennyiségeket (lásd a 4. fejezetet).

A *számértékegyenlet* tehát a mennyiségek számértékei közötti összefüggést fejezi ki.

A *mértékegység-egyenlet* a mennyiségegyenletben szereplő mértékegységek közötti összefüggést kifejező egyenlet.

A *dimenzióegyenlet* a mennyiségek dimenziói közötti egyenlet. Mivel az egyes mennyiségek dimenziója és mértékegysége nem

azonos fogalmak, meg kell világítani a közöttük levő különbséget.

A mennyiségek *dimenziója* a mennyiségnek csak minőségét jellemzi, de kvantitatív tartalmát nem. Például a tömeg dimenziója a „tömegdimenzió", jele: M (massa), a hosszúság dimenziója a „hosszúságdimenzió", jele: L (longitudó), az idő dimenziója az „idődimenzió", jele: T (tempus). Következőleg pl. a sebesség dimenziója: hosszúságdimenzió osztva idődimenzióval, tehát: L/T.

A dimenzió valamely fizikai mennyiséget egy meghatározott rendszerben jellemző szimbólum, amely megadja, hogy milyen kapcsolatban áll a fizikai mennyiség az alapul választott mennyiségekkel. Fizikai képletekben nem minden mennyiségnek van dimenziója. Azt mondjuk, hogy a dimenziótlan mennyiség „dimenziója" 1. Ez az 1 úgy is felfogható, mint valamely dimenzió nulladik hatványa.

Minden mennyiségnek csak egyféle dimenziója, de többféle mértékegysége lehet. A *dimenziópróba* nem azt bizonyítja, hogy az egyenlet helyes, hanem csupán azt, hogy az egyenlet helyes *lehet*, vagy kitűnik az, hogy az egyenlet rossz. A dimenziópróbát, mivel csak negatív esetben nyújt biztos támpontot a mennyiségegyenlet helytelenségére, ma már nemigen használjuk, és helyette mértékegységpróbát végzünk, de ezt gyakran, helytelenül dimenziópróbának mondjuk.

A dimenzióegyenletek helyett egyszerűbb a mértékegység-egyenletek felírásával ellenőrizni a számítások helyességét, de a számítás helyessége az egységegyenlet alapján sem állapítható meg egyértelműen. Ahhoz, hogy egy mennyiségegyenlet, illetőleg a számításunk helyességéről meggyőződjünk, az kell, hogy a számértékegyenlet és a mértékegység-egyenlet egyaránt helyes eredményt mutasson.

4. A koherens mértékegység-rendszer

A koherens mértékegység-rendszer olyan egységrendszer, amelylyel számolva, a mennyiségegyenlet és a szóban forgó egységekre vonatkozó számértékegyenlet alakja megegyezik, tehát nem tartal-

maz további szorzótényezőket. Ha a mennyiségegyenletbe koherens mértékegységekben kifejezett mennyiségeket helyettesítünk, akkor a keletkező egységegyenletek azonosságra vezetnek. Például a sebesség mennyiségegyenlete: $v = s/t$. Ha $v = 72$ km/h, $s = 360$ km és $t = 5$ h, akkor $72 \text{ km/h} = \frac{360 \text{ km}}{5 \text{ h}}$. A számértékegyenlet tehát: $72 = 360/5$, a mértékegységegyenlet pedig: km/h = km/h, ami valóban azonosság. De ugyancsak koherensek a m/s, m és s egységek is, mert az előbbi példával élve: $20 \text{ m/s} = \frac{360\,000 \text{ m}}{18\,000 \text{ s}}$, és világosan látható a számértékegyenlet és a mértékegység-egyenlet helyessége.

Az SI-nek igen nagy előnye, hogy az egyedüli olyan mértékegységrendszer, amely a fizika egész területére koherens. SI-egységeket használva, a mennyiségegyenletbe *elvileg* elegendő csupán az SI-egységekben megadott mennyiségek számértékét behelyettesíteni, mert az eredmény eleve SI-mértékegységben adódik. *Természetesen a didaktikai szempontok legtöbbször szükségessé teszik a mértékegységek feltüntetését és ellenőrzését is.*

5. A nemzetközi mértékegység-rendszer (SI) felépítése

A fizikai mennyiségek közül egyeseket *alapmennyiségül* választottak. Az alapmennyiségek (a többi mennyiség alapján) nem definiálhatók. (Az alapmennyiségek teljes rendszere többféleképpen is kiválasztható.) Minden olyan fizikai mennyiség, amely nem alapmennyiség, definiálható az alapmennyiségekkel, ezért ezeket *származtatott mennyiségeknek* nevezzük.

Az alapmennyiségek mértékegységei az *alapegységek*, a származtatott mennyiségek egységei pedig a *származtatott mértékegységek*. A származtatott egységek az alapegységekkel definiálhatók.

A nemzetközi mértékegység-rendszernek 7 alapmennyisége, ill. alapegysége és 2 *kiegészítő mennyisége*, ill. *kiegészítő egysége* van.

A kiegészítő mennyiségek a nemzetközileg elfogadott definíció

szerint olyan mennyiségek, amelyekről nincs eldöntve, hogy alapmennyiségek vagy származtatott mennyiségek-e. A síkszög és a térszög tehát elvileg alapmennyiségnek is tekinthető. Az alkalmazások szempontjából ennek a csoportosításnak nincs nagy jelentősége.

a) *Alapmennyiségek és alapegységek*

I. hosszúság; mértékegysége a méter, jele: m,
II. tömeg; mértékegysége a kilogramm, jele: kg,
III. idő; mértékegysége a másodperc, jele: s (nem mp és nem sec),
IV. (elektromos) áramerősség; mértékegysége az amper, jele: A,
V. termodinamikai hőmérséklet; mértékegysége a kelvin, jele K (fokjel nélkül),
VI. anyagmennyiség; mértékegysége a mól (hosszú ó-val), jele: mol (rövid o-val),
VII. fényerősség; mértékegysége a kandela, jele: cd.

b) *Kiegészítő mennyiségek és egységeik*

VIII. síkszög (szög); mértékegysége a radián, jele: rad,
IX. térszög; mértékegysége a szteradián, jele: sr.

c) *Az alap- és kiegészítő egységek szabványos definíciója*

A szabványos egységdefiníciók némileg meghaladják a szakmunkásképzés igényét, mégsem lehet egy mértékegységekkel foglalkozó kiadványt ezek felsorolása nélkül megjelentetni. Tájékozódás céljából közöljük tehát ezeket a definíciókat is, a 8/1976. (IV. 27.) MT sz. rendelet alapján.

I. *méter:* a méter a kripton-86-atom $2p_{10}$ és $5d_5$ energiaszintje

közötti átmenetnek megfelelő, vákuumban terjedő sugárzás hullámhosszúságának 1 650 763,73-szorosa.

II. *kilogramm:* a kilogramm az 1889. évben Párizsban megtartott Első Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet által a tömeg nemzetközi etalonjának elfogadott, a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatalban, Sèvres-ben őrzött platina-iridium henger tömege.

III. *másodperc* (szekundum): a másodperc az alapállapotú cézium-133-atom két hiperfinom energiaszintje közötti átmenetnek megfelelő sugárzás 9 192 631 770 periódusának időtartama.

IV. *amper:* az amper olyan állandó elektromos áram erőssége, amely két párhuzamos, egyenes, végtelen hosszúságú, elhanyagolhatóan kicsiny kör keresztmetszetű és vákuumban egymástól 1 méter távolságban levő vezetőben áramolva, e két vezető között méterenként $2 \cdot 10^{-7}$ newton erőt hoz létre.

V. *kelvin:* a kelvin a víz hármaspontja termodinamikai hőmérsékletének 1/273,16-szorosa.

VI. *mól:* a mól annak a rendszernek az anyagmennyisége, amely annyi elemi egységet tartalmaz, mint ahány atom van 0,012 kilogramm szén-12-ben. (Az elemi egység fajtáját meg kell adni; ez atom, molekula, ion, elektron stb. vagy ilyeneknek meghatározott csoportja lehet.)

VII. *kandela:* a kandela a fekete sugárzó 1/600 000 négyzetméternyi felületének fényerőssége, a felületre merőleges irányban, a platina dermedési hőmérsékletén, 101 325 pascal nyomáson.

VIII. *radián:* a radián a kör sugarával egyenlő hosszúságú körívhez tartozó középponti síkszög.

IX. *szteradián:* a szteradián a gömbsugár négyzetével egyenlő területű gömbfelületrészhez tartozó középponti térszög.

d) *A származtatott egységek*

Annyi mértékegységre van szükségünk, ahány mérhető mennyiséget akarunk kifejezni. Ezek között azonban lehetnek azonos alakú mértékegységek is, pl. a munka és az energia egysége egy-

aránt a joule (jele: J) ahol 1 joule = 1 newtonméter (jele: N·m), tehát 1 J = 1 N·m. Viszont például a forgatónyomaték (erőnyomaték) egysége *elvileg* megegyezik a munka, ill. az energia mértékegységével, azonban a forgatónyomatékot mégsem joule egységekben adják meg, hanem newtonméterben, bár fennáll, hogy 1 J = 1 N·m.

A nemzetközi mértékegység-rendszerben az alap- és kiegészítő egységeknek (esetenként ezek hatványainak) szorzatai és hányadosai alkotják a származtatott egységeket. Az alapegységek és a belőlük származtatott egységek rendszere koherens rendszer, mert a definíciós mennyiségegyenletből egy vele megegyező alakú (újabb szorzótényezők nélküli) számértékegyenletet és egy egységegyenletet alkotva, az egységegyenlet helyesen határozza meg az új mennyiség mértékegységét.

Az említett MSZ 4900-as szabványsorozat 3.1 és 3.2 oszlopai tartalmazzák az SI származtatott egységeinek nevét és jelét.

e) *A számérték és a mértékegység összefüggése*

Minden mennyiséget a számérték és a mértékegység szorzatával fejezünk ki. Ha más mértékegységet választunk alapul, természetesen megváltozik a mennyiség számértéke is, mégpedig ahányszor nagyobb mértékegységet választunk, annyiszor kisebbnek kell lennie a számértéknek. Például az 5000 mm-t 5 m-nek írhatjuk, mert a méter 1000-szer nagyobb mértékegység, mint a milliméter, és ezért a szóban forgó távolság számértéke méterben kifejezve 5000 helyett az ennél 1000-szer kisebb 5 lesz. Vagy pl. a 30 kW nagyságú teljesítményt 30 000 W-nak írhatjuk, mert a kW teljesítmény 1000-szer nagyobb, mint a W.

Mindez azért fontos, mert valahányszor egy feladatot kell megoldanunk, és az ismert értékeket *nem SI-egységekben* adták meg, a mennyiségegyenletbe (képletbe) való behelyettesítés előtt az ismert mennyiségeket SI-egységekben kell kifejeznünk; általában így helyettesíthetjük be az adatokat az alapképletbe.

Ha egyes mennyiségeket SI-egységek prefixumos alakjában (lásd a következő *f)* pontot) adtak meg, akkor először a megadott prefixumos alakban helyettesíthetjük be a mennyiségeket, ezután megkeressük az egyszerűsítési lehetőségeket (pl. kV/kA, mA·kΩ stb.), és ha már nem lehet tovább egyszerűsíteni, akkor a prefixumos alakot prefixum nélkülivé írjuk át. Pl. ha a kapacitás megadott értéke $C=5$ pF, akkor szükség esetén ehelyett a képletbe a $C=5\cdot10^{-12}$ F alakot lehet helyettesíteni, ami természetesen azonos értékű az 5 pF-dal.

f) *A prefixumok*

Az SI-egységek a gyakorlatban igen sokszor túlságosan kicsinyeknek vagy nagyoknak bizonyulnak. Ezért az egységeket 10-nek meghatározott pozitív vagy negatív egész kitevőjű hatványaival (decimális szorzókkal) szorozzuk. A *mértékegységek törvényes többszöröseit és törtrészeit az egység neve elé illesztett, egy-egy szorzót jelentő, SI-prefixumok egyikével kell képezni.* Az egység neve elé (kötőjel nélkül, egybeírva) illesztett prefixum az illető egység meghatározott többszörösének a nevét adja meg. A mértékegység jele elé illesztett prefixumjel pedig a szóban forgó mértékegység adott többszörösének a jelét adja.

A prefixumokkal 10^{18}-tól a 10^{-18}-ig terjedő 36 nagyságrendet fogunk át, ez pedig igen nagy szó, mert pl. a Nap tömege kb. $2\cdot10^{30}$ kg, tehát „csak" 30 nagyságrenddel nagyobb, mint a kilogramm.

A prefixum jele és a mértékegység jele közé soha nem szabad pontot tenni, mert ez félreértéshez vezethetne. Például a hosszúság egységének a jele is m, és az ezredrészt jelentő milli prefixum jele is m, ezért például a millinewton jele: mN, és ez nem téveszthető össze a m·N=méternewton jelével (az utóbbit N·m írásmóddal is megkülönböztethetjük a mN-tól). Az SI-prefixumok neve és jele a következő:

A prefixum neve	jele	Szorzó, amellyel a mértékegységet meg kell szorozni
exa	E	$1\,000\,000\,000\,000\,000\,000 = 10^{18}$
peta	P	$1\,000\,000\,000\,000\,000 = 10^{15}$
tera	T	$1\,000\,000\,000\,000 = 10^{12}$
giga	G	$1\,000\,000\,000 = 10^{9}$
mega	M	$1\,000\,000 = 10^{6}$
kilo	k	$1\,000 = 10^{3}$
hekto	h	$100 = 10^{2}$
deka	da	$10 = 10^{1}$
deci	d	$0{,}1 = 10^{-1}$
centi	c	$0{,}01 = 10^{-2}$
milli	m	$0{,}001 = 10^{-3}$
mikro	μ	$0{,}000\,001 = 10^{-6}$
nano	n	$0{,}000\,000\,001 = 10^{-9}$
piko	p	$0{,}000\,000\,000\,001 = 10^{-12}$
femto	f	$0{,}000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-15}$
atto	a	$0{,}000\,000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-18}$

g) *Szabályok és tilalmak a prefixumok használatával kapcsolatban*

Összetett prefixumot nem szabad használni, *nem szabad tehát két vagy több prefixum összekapcsolásával prefixumot képezni.* Tilos például a mμm jele, amit régebben mμ-nak (millimikronnak) neveztek, ma ennek a szabványos jele a nm (nanométer).

A kilogramm a nevében hordja a prefixumot, ezért többszöröseinek képzésekor a prefixumot a gramm nevéhez kell kapcsolni. Nem szabad például használni a μkg (mikrokilogramm) jelet, hanem helyette a mg (milligramm) használandó; 1 mg $= 10^{-3}$ g $= 10^{-6}$ kg. Nem árt szólni arról, hogy elterjedt egység a megatonna, jele: Mt, ami szigorúan véve teragramm (jele: Tg) lenne. A tonna (és SI-prefixumokkal képzett többszöröseinek) használatát egyébként a szabvány és a mérésügyi rendelet is megengedi.

A mértékegységek többszöröseinek és törtrészeinek — prefixumjelből és mértékegységjelből álló — jele utáni hatványkitevő azt jelenti, hogy az adott többszöröst vagy törtrészt kell a megfelelő hatványra emelni. Például: 1 $km^2 = 1\ (km)^2 = (10^3\ m)^2 = 10^6\ m^2$, vagy 1 $ms^{-1} = (10^{-3}\ s)^{-1} = 10^3\ s^{-1} = 1$ kHz. Láthatjuk tehát, hogy a hatványozás nemcsak a mértékegységre, hanem a hozzá tartozó prefixumra is vonatkozik.

Összetett (tört vagy szorzat alakú) mértékegység decimális többszöröseinek képzésekor a prefixum általában a mértékegység jele elé (a tört számlálójának, illetve a szorzatnak az első tényezője elé) kerül, pl. MN/m^2, $mN \cdot s/m^2$, $MN \cdot m$. Egyes esetekben a prefixum a nevezőben is szerepelhet (pl. az áramsűrűség egyik egysége: A/mm^2), néha pedig a számláló tartalmaz prefixumot (pl. kJ/m^2 az ütőmunka egyik megengedett egysége). A fajlagos ellenállás egyik szokásos egysége pl. az $\Omega \cdot mm^2/m$ (SI-beli egysége az $1\ \Omega \cdot m = 10^6\ \Omega \cdot mm^2/m$).

A táblázatban megadott szorzók közül 10-nek a 3-nál kisebb pozitív vagy negatív kitevőjű hatványait, a *hekto*, *deka*, *deci* és *centi* prefixumokat csakis a már elterjedt és a szabvány megfelelő táblázataiban, illetve a mérésügyi rendeletben megengedett összetételekben szabad használni, pl. deciméter, centiméter, decibel, hektoliter, dekagramm (ennek jele: dag, és nem dkg, de a dag jelet, ezt a szokatlan rövidítést iskoláinkban egyelőre jobb elkerülni; egyébként a 8/1976. (IV. 27.) MT rendelet a dag helyett a dkg jel használatát is megengedi).

A hekto, deka, deci és a centi prefixumokkal új összetételeket már nem szabad képezni. Tilos például a 100 ampert 1 hektoampernek nevezni, vagy régebben használatos volt a hektowattóra (hW·ó), de ezt is tilos használni; a kilowattóra (kW·h) sem SI-egység, de gyakorlati használatát a szabvány és a mérésügyi rendelet is megengedi. A munka (energia) szabványos mértékegysége ugyanis a a joule, jele: J, és 1 J = 1 W·s (wattszekundum). Tilos például a hs (hektoszekundum) vagy a dA (deciamper) használata.

Valamely *mennyiségnek a számértékkel és mértékegységgel való kifejezésekor*, főleg a számítások végeredményében, célszerű olyan

prefixumokat választani, hogy a prefixumos mértékegység előtt álló számérték a 0,1 és 1000 között legyen, pl.

53 122 N = 53,122 kN,

0,003 94 m = 3,94 mm,

14 216 N/m² = 14,216 kN/m² = 14,216 kPa.

Ha nagyon nagy értéktartományt kell átfogni (pl. táblázatok esetén), indokolt lehet ettől a szabálytól való eltérés, hogy azonos összefüggésben ugyanazokat a prefixumokat használhassuk (pl. a táblázatok fejlécében a feltüntetett szorzószám alkalmas megválasztása, hogy a táblázat oszlopai egyszerűbbé és áttekinthetőbbé váljanak).

h) *Milyen mértékegységeket kell alkalmazni*

Elsősorban az SI-egységeket kell használni, esetleg ezek *ajánlott* decimális többszöröseit. Más többszörösöket csak kivételes esetekben használhatunk (pl. szükség esetén a szabvány 3.4 oszlopában található *megengedett* többszörösöket vagy a 3.6 oszlopban *használhatónak* minősített, nem SI-egységeket). Ezeket az adott egységeknél könyvünk is felsorolja. Ilyenek például: ha = hektár, hl = hektoliter, l = liter, d = nap, h = óra, min = perc, km/h, A·h = amperóra, kW·h = kilovattóra stb. A nem SI-egységekből általában nem szabad *új* decimális többszöröst képezni, tilos például a hh (hektoóra) vagy a dmin (deciminutum) használata. Erről részletesen a mérésügyi rendelet melléklete intézkedik: az ott felsorolt, nem SI-egységekből szabad SI-prefixumokkal többszöröst képezni — kivéve, ha ezt a szöveg kifejezetten tiltja.

i) *A mértékegységek jelének írásmódja*

A mértékegységek jelét a nyomtatott könyvekben nem dőlt, hanem *álló betűvel* kell írni. (A tankönyvszerzők a feladatok végeredményét gyakran aláhúzzák kéziratukban, és ez helytelen.)

Az egységek jelét általában kisbetűvel írjuk. A személynevekből származó egységnevek jelét azonban mindig nagy kezdőbetűvel kell írni, még akkor is, ha torzított névről van szó. Például: V = volt, A = amper, Hz = hertz, Pa = pascal, K = kelvin, de m = méter, s = másodperc, kg = kilogramm.

Ügyelni kell arra, hogy ha *a mértékegység nevét teljesen kiírjuk*, akkor kis kezdőbetűre van szükség, pl. az erő egysége nem a Newton, hanem a newton, és az ellenállás egysége nem az Ohm, hanem az ohm, mert a nagy kezdőbetűvel írt egységek azonosak lennének azoknak a tudósoknak a nevével, akikről a mértékegységeket elnevezték.

A szorzás, ill. osztás szabványban található jelölésmódjai összetett csoportokra is alkalmazhatók, de egynél több ferde törtvonalat egyazon kifejezésben nem szabad használni, illetve ferde törtvonal használata esetén, ha a nevező több tényezőből áll, a nevezőt zárójelbe kell tenni. Például a fajhő SI-egysége:

$$\frac{\text{joule}}{\text{kilogramm} \times \text{kelvin}} = \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}.$$

Ferde törtvonal használata esetén nem írhatjuk azt, hogy a fajhő mértékegysége: J/kg/K, mert ez teljesen félreérthető, hanem — ha már ragaszkodunk a ferde törtvonalhoz — így kell írni: J/(kg·K).

A származtatott mértékegységek jelének leírásához egyaránt használhatjuk a vízszintes és a ferde törtvonalat is, de — főként az oktatásban — áttekinthetőbb a munkánk a vízszintes törtvonalak használatával.

j) *Szorzópontok*

A prefixumok jelét szorzópont nélkül kell írni a mértékegység jele elé, vele egybeírva, pl. kA/m², kN/m² = kPa, mV, dB stb.

A származtatott mértékegységek jelei több alapegység jeléből vannak szorzással vagy osztással összetéve. Mindeddig nem tettünk szorzópontot (legfeljebb didaktikai célból) az egyes alapmértékegységek közé; így írtuk: N m, V s, A s stb. — tehát a jelek közé kis helyközt tettünk. (A 4900-as szabványsorozat első kilenc szabvá-

nyában előírja az egyes alapmértékegységek jelei közé a szorzópontot, de a 10., tehát a legutolsó szabványban már nincsenek kitéve a szorzópontok.) Az az elfogadott álláspont ezzel kapcsolatban, hogy a szorzópont elhagyható, ha nem okoz félreértést, de ekkor az egyes mértékegységek jelei közé kis helykihagyást (spáciumot) mindig tenni kell. *Helyesebb azonban az egyes mértékegységjelek közé mindig kitenni a szorzópontot, és tartsuk ezt az oktatásban kötelezőnek.* Ebben a könyvben is mindenütt kitettük a szorzópontokat.

k) *A külön névvel ellátott származtatott SI-egységek és ezek jelei*

A nemzetközi mértékegység-rendszerben 17 származtatott mértékegység kapott külön nevet. Az egységek jele után a megfelelő mennyiség neve és jele van zárójelben.

1. hertz (kiejtése: herc), jele: Hz (frekvencia, jele: f, esetleg ν, görög kis nü).
2. newton (kiejtése: nyúton), jele: N (erő, jele: F).
3. pascal (kiejtése: paszkal), jele: Pa (nyomás, jele: p).
4. joule (kiejtése: dzsúl), jele: J (munka, energia, jele: W, ill. E).
5. watt (kiejtése: vatt), jele: W (teljesítmény, jele: P).
6. coulomb (kiejtése: kulomb), jele: C (nem Cb) (elektromos töltés, jele: Q).
7. volt (kiejtése: volt), jele: V (elektromos feszültség, elektromos potenciálkülönbség, jele: U).
8. farad (kiejtése: farad), jele: F (elektromos kapacitás, jele: C).
9. ohm (kiejtése: óm), jele: Ω (elektromos ellenállás, rezisztencia, jele: R).
10. siemens (kiejtése: szimensz), jele: S (elektromos vezetés, konduktancia, jele: G).
11. weber (kiejtése: véber), jele: Wb (mágneses fluxus, jele Φ, kiejtése: nagy fi).
12. tesla (kiejtése: teszla), jele: T (mágneses indukció, jele: B).
13. henry (kiejtése: henri), jele: H (nem Hy) (induktivitás, jele: L).

14. lumen (kiejtése: lumen), jele: lm (fényáram, jele: Φ_v, kiejtése: nagy fi index vé).

15. lux (kiejtése: luksz), jele: lx (megvilágítás, jele: E_v).

16. becquerel (kiejtése: bekerel), jele: Bq (radioaktív sugárforrás aktivitása, jele: A).

17. gray (kiejtése: gréj), jele: Gy (kiejtése: gé-ipszilon) (elnyelt sugárdózis, jele: D).

l) *Néhány külön nevű de nem SI-egység*

Néhány igen elterjedt, nem SI-egységről is szólnunk kell, ezeket a gyakorlatban még használják.

A 8/1976. (IV. 27.) MT sz. rendelet az SI-n kívüli, de törvényes mértékegységeket három csoportba osztja:

I. a korlátozás nélkül,

II. a kizárólag meghatározott szakterületen és

III. az átmenetileg, *1980. január 1*-ig

használható mértékegységekre.

Ezek közül csupán azokat soroljuk fel, amelyek gyakrabban előfordulnak.

I. Az SI-n kívüli, korlátozás nélkül használható törvényes mértékegységek

1. *Térfogat- (űrtartalom-) mértékegység* a liter, jele: l, $1\ l = 1\ dm^3 = 0{,}001\ m^3 = 10^{-3}\ m^3$.

A literrel kapcsolatban a hekto, deci és centi prefixumok is használhatók.

2. *Síkszög-mértékegységek* a fok, jele: °; ívperc jele: ′; ívmásodper, jele: ″.

A fokkal, az ívperccel és az ívmásodperccel kapcsolatban SI-prefixumok nem használhatók.

3. *Tömegmértékegység* a tonna, jele: t; $1\ t = 1000\ kg = 10^3\ kg = 1\ Mg$.

4. *Időmértékegységek* a perc, jele: min, $1\ min = 60\ s$; óra, jele: h, $1\ h = 60\ min = 3600\ s$; nap, jele: d, $1\ d = 24\ h = 1440\ min = 86\ 400\ s$.

Ezekkel az időmértékegységekkel kapcsolatban SI-prefixumok nem használhatók.

5. *Sebesség-mértékegység* a kilométer per óra, jele: km/h, 1 km/h = $= \frac{1}{3{,}6}$ m/s.

6. *Munka- (energia-) mértékegység* a wattóra, jele: W·h, 1 W·h = = 3600 J.

7. *Hőmérséklet-mértékegység* a Celsius-fok (kiejtése: celziusz-fok), jele: °C. A 0 Celsius-fok hőmérséklet 273,15 kelvin hőmérséklettel egyenlő.

A Celsius-fokkal kapcsolatban SI-prefixumok nem használhatók.

II. SI-n kívüli, kizárólag meghatározott szakterületen használható törvényes mértékegységek

1. *Terület-mértékegység* a hektár, jele: ha, 1 ha = 10 000 m^2 = 10^4 m^2. Csak földterület meghatározására használható egység. A hektárral kapcsolatban SI-prefixumok nem használhatók.

2. *Nyomásmértékegység* a bar, jele: bar, 1 bar = 100 000 Pa = = 10^5 Pa. Csak folyadékok és gázok nyomásának meghatározására használható mértékegység.

3. *Energia-mértékegység* az elektronvolt, jele: eV, 1 eV = 1,602 19· ·10^{-19} J (megközelítő érték). Az elektronvolt az a kinetikai energia, amelyet egy elektron nyer, ha vákuumban 1 volt potenciálkülönbségen halad át. Az elektronvolt csak az atom- és magfizikában használható egység.

4. *Teljesítmény-mértékegységek* a voltamper, jele: VA, 1 VA = 1 W; a var, jele: var, 1 var = 1 W. A voltamper csak az elektromos látszólagos teljesítmény, a var pedig csak az elektromos meddő teljesítmény meghatározására használható.

III. Az SI-n kívüli, átmenetileg 1980. január 1-ig használható törvényes mértékegységek

Az itt felsorolt mértékegységek, ezek többszörösei, akár egymagukban, akár más mértékegységekkel kombinálva, *1980. január 1-ig* törvényes mértékegységek.

1. Az *angström* (kiejtése: ongsztröm), jele: Å, csak a spektroszkópiában és az anyagszerkezettanban használható hosszúság-mértékegység, 1 Å = 0,1 nm = 10^{-10} m.

2. A *karát* (metrikus karát) csak a drágakövek és igazgyöngyök tömegének meghatározására használható tömegmértékegység, 1 karát = 0,2 g = $2 \cdot 10^{-4}$ kg.

3. A *mázsa* (métermázsa), jele: q, tömegmértékegység, 1 q = = 100 kg = 10^2 kg.

4. Az *erőkilogramm (kilopond)*, jele: kgf vagy kp, erőmértékegység, 1 kgf = 1 kp = 9,806 65 N.

5. A *technikai atmoszféra*, jele: kgf/cm² vagy kp/cm² vagy at, nyomásmértékegység, 1 kgf/cm² = 1 kp/cm² = 1 at = 98 066,5 Pa.

6. A *torr*, jele: Torr, nyomásmértékegység, 1 Torr = 101 325/760 Pa = 133,322 Pa.

7. A *higanyoszlop-milliméter* (higanymilliméter), jele: mmHg (nem Hgmm), nyomásmértékegység, 1 mmHg = 133,322 Pa ≈ 1 Torr.

8. A *kalória*, jele: cal, csak hőmennyiség meghatározására használható munkamértékegység, 1 cal = 4,1868 J; 1 kcal = 4186,8 J.

9. A *lóerő*, jele: LE (nem PS, sem HP), teljesítmény-mértékegység, 1 LE = 735,498 75 W.

10. A *poise* (kiejtése: poáz), jele: P, a dinamikai viszkozitás mértékegysége, 1 P = 0,1 Pa·s = 10^{-1} Pa·s.

11. A *stokes* (kiejtése: sztóksz), jele: St, a kinematikai viszkozitás mértékegysége, 1 St = 10^{-4} m²/s.

12. A *curie* (kiejtése: küri), jele: Ci, a radioaktív sugárforrás aktivitásának mértékegysége, 1 Ci = $3{,}7 \cdot 10^{10}$ Bq.

13. A *rad*, jele: rd, az elnyelt sugárdózis mértékegysége, 1 rd = = 0,01 Gy = 10^{-2} Gy.

14. A *röntgen*, jele: R, a besugárzási dózis mértékegysége, 1 R = = $2{,}58 \cdot 10^{-4}$ C/kg.

IV. Nem törvényes, de még néha használt mértékegységek

Felsorolunk néhány nem törvényes mértékegységet is azért, hogy ha találkozunk velük, tudjuk miként lehet őket az alábbi átszámítások alapján elkerülni.

1. *dyn* (nem din) az erő cgs-egysége, 1 dyn erő 1 gramm tömegnek 1 cm/s² gyorsulást ad, 1 dyn = 10^{-5} N.

2. *erg* az energia és a munka cgs-egysége, 1 erg az a munka, amelyet 1 dyn erő 1 cm hosszú úton végez, 1 erg = 10^{-7} J.

3. *gauss*, jele: G, a mágneses indukció cgs-egysége, 1 G = 10^{-4} T.

4. *maxwell*, jele: M (nem Mx), a mágneses fluxus cgs-egysége, 1 M = 10^{-8} Wb.

5. *oersted* (kiejtése: örszted), jele: Oe, a mágneses térerősség cgs-egysége, 1 Oe = 79,577 A/m.

6. *biot*, jele: Bi, az áramerősség régi egysége, 1 Bi = 10 A.

Végül megemlítünk még néhány, a gyakorlatban előforduló (szintén nem törvényes) *nyomásegységet:* atm, 1 atm = 760 Torr = = 101 325 Pa (a fizikai atmoszféra vagy másként: a normális légköri nyomás egysége); att (esetleg atü) az 1 at fölötti nyomás, az ún. túlnyomás jelölésére; ata az abszolút vagy teljes nyomás jelölésére, pl. 1 att = 2 ata, 2 att = 3 ata.

A *logaritmikus egységekre* is tennünk kell néhány megjegyzést. Ezek nem SI-egységek, de nem is helyettesíthetők SI-egységekkel. A *decibel*, jele dB, logaritmikus egység teljesítményviszonyok meghatározására; a hangnyomásszintet decibel-ben, ritkábban neper-ben (jele: Np) szokás megadni, 1 dB = 0,115 129 Np és 1 Np = = 8,685 890 dB.

m) *A mennyiségegyenletek alakja függ az alkalmazott mértékegység-rendszertől*

A különböző mértékegység-rendszerekben megadott mennyiségegyenletek (képletek) alakja nem azonos. Az adott mértékegységrendszerre érvényes képletet igen könnyen átalakíthatjuk egy más mértékegységekre érvényes képletté.

Ahányszor nagyobb egységekben fejezzük ki a képletben szereplő mennyiséget, ugyanannyival kell szorozni a képletben a mennyiség betűjelét. Hiszen, ha nagyobb mértékegységben helyettesítjük be a képletbe a mennyiséget, a számérték kisebb lesz, és hogy a számértékegyenlet érvényben maradjon, ugyanannyival

kell szoroznunk az új számértéket (a jelen esetben a képlet betűjelét). Viszont fordítva is: ahányszor kisebb egységben akarjuk kifejezni a képletben szereplő mennyiséget, ugyanannyival kell osztani a szóban forgó mennyiség új számértékét (vagyis esetünkben a képlet betűjelét).

Hogy a gondolatmenet világosabbá váljék, *néhány példán* mutatjuk be az átszámítás módját.

1. A mechanikai teljesítmény SI-beli képlete: $P = Fs/t$, ahol az F erőt newtonban, az s utat méterben, a t időt másodpercben kell megadni, és mivel ezek valamennyien SI-egységek, természetszerűleg a P teljesítmény is SI-egységben, vagyis wattban adódik. Ha számításunkban az F erőt Mp-ban, az s utat változatlanul m-ben, a t időt pedig min-ban akarjuk helyettesíteni, és a P teljesítményt lóerőkben kívánjuk megkapni, akkor a $P = Fs/t$ egyszerű képlet bonyolultabbá válik; mivel 1 Mp = 9810 N, 1 min = 60 s és 1 LE = 735,5 W, azért

$$735{,}5 P_{\mathrm{LE}} = \frac{9810 F_{\mathrm{Mp}} \cdot s_{\mathrm{m}}}{60 t_{\mathrm{min}}},$$

vagyis

$$P_{\mathrm{LE}} = \frac{9810}{60 \cdot 735{,}5} \cdot \frac{F_{\mathrm{Mp}} \cdot s_{\mathrm{m}}}{t_{\mathrm{min}}},$$

mivel

$$60 \cdot 735{,}5 = 44\,130, \quad \text{és} \quad 9810/44\,130 = 0{,}22,$$

azért

$$P_{\mathrm{LE}} = 0{,}22 \, \frac{F_{\mathrm{Mp}} \cdot s_{\mathrm{m}}}{t_{\mathrm{min}}}.$$

Látjuk tehát, hogy a képletbe bekerült egy nemkívánatos szorzótényező, és a képlet alkalmazásához külön meg kell tanulnunk, hogy melyik mennyiséget milyen mértékegységben kell behelyettesítenünk.

2. A mágneses erőtérben az áramvezetőre ható erő SI-ben érvényes képlete: $F = BIl$, föltéve, hogy a vezető merőleges az indukcióvonalakra. Itt az F erőt newtonban, a B mágneses indukciót teslában, az I áramerősséget amperban és az l hosszúságot méterben

kell venni. Ha viszont számításainkban az erő egysége a kp = 9,81 N, a mágneses indukció egysége a gauss = 10^{-4} T, az áramerősség egysége változatlanul az amper, a hosszúság egysége pedig a cm = = 10^{-2} m, akkor ez az előbbi egyszerű képlet így bonyolódik:

$$9{,}81 F_{\mathrm{kp}} = 10^{-4} B_{\mathrm{gauss}} \cdot I_{\mathrm{amper}} \cdot 10^{-2} l_{\mathrm{cm}},$$

vagyis

$$F_{\mathrm{kp}} = \frac{B_{\mathrm{gauss}} \cdot I_{\mathrm{amper}} \cdot l_{\mathrm{cm}}}{9\,810\,000}.$$

Ezeket a példákat nem azért mutatjuk be, mert kívánatosnak tartjuk, hiszen az ilyen képlet egyaránt elriasztja a szakembereket és a diákokat is.

E számítások mutatják, hogy a nemzetközi mértékegység-rendszer (SI) akár a mechanikában, akár az elektromosságtanban, de a fizika többi területein is lényegesen egyszerűbbé teszi a számítást. Látjuk, mennyire bonyolult az, ha a mértékegységek SI-egységekre való átszámítása helyett magát a képletet módosítjuk A bonyolultabbá váló képlet a mennyiségek közötti összefüggést homályosabbá teszi, a képlet alapvető mondanivalóját háttérbe szorítja, sőt a bonyolult képlet úgyszólván megtanulhatatlanná válik.

Azért kell az SI-t következetesen alkalmaznunk az oktatásban, mert így nincs szükség annak megjegyeztetésére, hogy melyik képletbe, milyen mértékegységeket kell helyettesítenünk. Az egyenletek és a velük való számolás is lényegesen egyszerűbbé válik.

Az SI-ben megadott képletbe tehát mindig SI-egységekre átszámítva helyettesítsük be a mennyiségeket, a képletbe helyettesítés előtt a prefixumokat is a 10 pozitív vagy negatív hatványaival pótolhatjuk, hiszen a prefixumok főként arra valók, hogy a végeredményt áttekinthetőbbé tegyék.

n) *Dimenzió nélküli mennyiségek*

A dimenzió nélküli mennyiségek rendszerint két azonos dimenziójú mennyiség hányadosaként jelentkeznek, és puszta számmal fejezzük ki őket. Azt is szokták mondani, hogy a dimenzió nélküli

mennyiség dimenziója: 1. Ilyen mennyiség például a fajlagos nyúlás, amelyet úgy számíthatunk ki, hogy a hosszúságnövekedést elosztjuk az eredeti hosszúsággal. Mivel két hosszúság jellegű (dimenziójú) mennyiség hányadosa puszta szám, azért a fajlagos nyúlás SI-egysége: 1.

o) *A szögletes és a kerek zárójel használata*

A tankönyvszerzők, ill. a rajzolók számára fontos a következő tudnivaló. Sohasem a mértékegység jelét kell szögletes zárójelbe tenni, ha valamilyen mennyiség mértékegységét akarjuk hangsúlyozni, hanem a mennyiség jelét. Tehát pl. a hosszúság egysége a méter, ezt így kell írni: $[l]=\mathrm{m}$. Helytelen írásmód a következő: $l=[\mathrm{m}]$.

Diagramokon általában kerek zárójelben tüntetjük fel a mértékegység jelét, a mennyiséget jelentő betű után vagy alatt, de csak akkor tegyük ezt a jövőben, ha nem SI-egységben van megadva a mennyiség, vagy ha az SI-egység valamelyik prefixumos alakját kell feltüntetnünk, egyébként az SI-egység jelét fölösleges kiírni. A grafikusnak azonban vigyáznia kell, mert a mennyiség jelét dőlt betűvel, a mértékegység jelét pedig álló betűvel kell rajzolnia. Ha a mértékegység jelét kerek zárójelbe tesszük, még a dőlt betűvel írt mértékegységjel sem zavaró. A mértékegység jelét azonban a diagramokon sem szabad szögletes zárójelbe tenni.

Igen gyakori eset, amikor egy számítás során egyenlőségsorozat fordul elő, mert nem akarunk minden egyenlőséget külön-külön sorba írni. Egy egyszerű példa, amelyhez hasonlók gyakran előfordulnak tankönyvekben: egyenletes mozgás esetén pl. $s=5$ m, $v=2{,}5$ m/s, akkor az idő kiszámítása így szerepel:

$$t=\frac{s}{v}=\frac{5\ \mathrm{m}}{2{,}5\ \mathrm{m/s}}=2\ \mathrm{s}.$$

Ez így helyes is, de nem írhatjuk, hogy $t=5/2{,}5=2$ s, mert az 5-ben a 2,5 nem 2 szekundumszor van meg, hanem csak 2-szer, másrészt az s és v helyére nem írhatunk nevezetlen számot, főleg a tanulók

előtt. Mégis sokszor előfordul, hogy olyan bonyolulttá és szinte áttekinthetetlenné válna a számítás, ha minden számérték után végig kiírnánk a mértékegységeket, hogy zavaró lenne. Vannak ilyen esetek, és már sok tankönyv kapott ilyen okok miatt kemény bírálatot is.

Ilyenkor tehát ragaszkodnunk kell ahhoz, hogy minden mennyiséget SI-egységekben kifejezve helyettesítsünk a képletbe, és ha csupán az SI-egységbeli számértéket helyettesítjük is be, biztosak lehetünk abban, hogy az eredményt is SI-egységben kapjuk meg. Az előbbi ellentmondást pedig úgy hidalhatjuk át, hogy az eredmény számértéke után a mértékegység jelét kerek zárójelbe tesszük. Ekkor így néz ki ez az egyszerű számítás:

$$t = \frac{5}{2{,}5} = 2 \text{ (s)}.$$

Ez már korrektebb, mert azt mutatja, hogy az 5-ben a 2,5 szám 2-szer van meg, de leolvasható, hogy ezt az eredményt szekundumokban kell érteni. Teljesen korrekt módon a következőképpen járhatunk el:

$$\{t\} = \frac{5}{2{,}5} = 2,$$

$$t = 2 \text{ s}.$$

Természetesen a legjobb, ha a számértékek után végig kiírjuk a megfelelő mértékegységeket (különösen fontos ez a tanítási órákon és a tankönyvekben), de ha ennek akadálya lenne, vagy zavarossá tenné a számítást, javasoljuk legalábbis az említett áthidaló megoldást.

MÁSODIK RÉSZ

A fizikai mennyiségek neve, jele és mértékegysége

A 4900/1...10 sz. szabványsorozatból füzetenként kiválogattuk azokat a mennyiségeket és mértékegységeket, amelyek a műszaki gyakorlatban és a szakmunkásképzésben előfordulhatnak, beleértve az érettségizett szakmunkástanulók oktatását. Tekintettel voltunk más oktatási intézmények igényeire is.*

A sorozat minden szabványának közös fő címe: „Fizikai mennyiségek neve, jele és mértékegysége". A felsorolásban az egyes szabványoknak csak az alcímét tüntetjük fel. A kiválasztott mennyiségeket és mértékegységeket a *szabvány szerinti sorrendben, a szabványban található sorszámokat feltüntetve* dolgoztuk fel. Némely mennyiség így többször is előfordul, például van mechanikai és elektromos munka is. Minden mennyiség adatait az első előfordulási helyen soroljuk fel teljes részletességgel, a többi helyen csak a legfontosabb adatokat közöljük. Az ismétlődés elkerülése végett hivatkozunk a mennyiség első előfordulási helyére, ahol a szabvány szerinti sorszám alapján könnyű megtalálni a többi vonatkozó adatot is. Szükség esetén egyes mennyiségek meghatározását is feltüntetjük.

* Mint az előszóban már említettük, a második részben sehol nem tettük ki a mondatzáró pontot. Ezt a megoldást azért választottuk, hogy az előforduló mennyiségjelek és mértékegységjelek után ne kelljen pontot tenni, és ezzel ne rontsuk el a jelek optikai képét. Az egyes mértékegységjelek közé kitettük a szorzópontot.

1 Általános előírások. Tér- és időmennyiségek (az MSZ 4900/1—70 alapján)

1—1 *Síkszög, szög*

Jele: α, β, γ, δ, φ

SI-egysége: radián, jele: rad

Törvényes meghatározása: kiegészítő egység

Ajánlott decimális többszörösei: mrad, μrad

Kifejezése az alapegységekkel: 1

Más használható, nem SI-egységek:

fok, jele: °, $1° = \frac{\pi}{180}$ rad

perc, jele: ′, $1' = \left(\frac{1}{60}\right)°$

másodperc, jele: ″, $1'' = \left(\frac{1}{60}\right)'$

Megjegyzés: a szög jeléül más görög kisbetű is használható

1—3 *Hosszúság*

Jele: l

SI-egysége: méter, jele: m

Törvényes meghatározása: alapegység

Ajánlott decimális többszörösei: km, mm, μm, nm

Megengedett decimális többszörösei: dm, cm

Kifejezése az alapegységekkel: m

Megjegyzés: a műszaki gyakorlatban elterjedt, más hosszúságdimenziójú mennyiségnevek (pl. út) és mennyiségjelek (pl. s) is használhatók

1—4 *Terület*

Jele: A, esetleg S

SI-egysége: négyzetméter, jele: m^2

Törvényes meghatározása: a négyzetméter az 1 méter oldalhosszúságú négyzet területe

Ajánlott decimális többszörösei: km^2, mm^2

Megengedett decimális többszörösei: dm^2, cm^2

Kifejezése az alapegységekkel: m^2

Más használható, nem SI-egység: hektár, jele: ha
Átszámítások: 1 ha = 100 m · 100 m = 10^4 m^2
Megjegyzés: a terület név helyett a keresztmetszet, felszín és felület szók is használhatók

1—5 *Térfogat, köbtartalom*
Jele: V
SI-egysége: köbméter, jele: m^3
Törvényes meghatározása: a köbméter az 1 méter élhosszúságú kocka térfogata
Ajánlott decimális többszöröse: mm^3
Megengedett decimális többszörösei: dm^3, cm^3
Kifejezése az alapegységekkel: m^3
Más használható, nem SI-egységek: hektoliter, jele: hl, liter, jele: l, milliliter, jele: ml
Átszámítások: 1 hl = 10^{-1} m^3,
1 l = 10^{-3} m^3
1 ml = 10^{-6} m^3

1—6 *Idő*
Jele: t, esetleg τ
SI-egysége: másodperc (szekundum), jele: s (nem sec)
Törvényes meghatározása: alapegység
Ajánlott decimális többszörösei: ks, ms, μs, ns
Kifejezése az alapegységekkel: s
Más használható, nem SI-egységek: nap, jele: d; óra, jel: h; perc, jele: min
Átszámítások: 1 d = 24 h; 1 h = 60 min; 1 min = 60 s

1—7 *Szögsebesség*
Jele: ω (görög kis ómega)
Értelmezése: az elfordulás szöge osztva az idővel
Mennyiségegyenlet: $\omega = \varphi/t$
SI-egysége: radián per másodperc, jele: rad/s
Törvényes meghatározása: a radián per másodperc olyan egyenletesen forgó test szögsebessége, amely 1 másodperc idő alatt 1 radián szöggel fordul el
Kifejezése az alapegységekkel: $s^{-1} = 1/s$

1—9 *Sebesség*

Jele: v, esetleg u, w, c

Értelmezése: út osztva idővel

Mennyiségegyenlet: $v = s/t$

SI-egysége: méter per másodperc, jele: m/s

Törvényes meghatározása: a méter per másodperc olyan egyenletesen mozgó test sebessége, amely 1 másodperc idő alatt 1 méter utat tesz meg

Kifejezése az alapegységekkel: $\mathrm{m \cdot s^{-1} = m/s}$

Más használható, nem SI-egység: km/h

Átszámítás: $1\ \mathrm{km/h} = \frac{1}{3{,}6}\ \mathrm{m/s}$

1—10.1 *Gyorsulás*

Jele: a

Értelmezése: sebességváltozás osztva idővel

Mennyiségegyenlet: $a = v/t$

SI-egysége: méter per másodperc a négyzeten, jele: $\mathrm{m/s^2}$

Törvényes meghatározása: a méter per másodperc a négyzeten olyan egyenletesen gyorsuló mozgást végző test gyorsulása, amelynek sebessége 1 másodperc idő alatt 1 méter per másodperccel változik

Kifejezése az alapegységekkel: $\mathrm{m \cdot s^{-2} = m/s^2}$

1—10.2 *Nehézségi gyorsulás*

Jele: g

SI-egysége: méter per másodperc a négyzeten, jele: $\mathrm{m/s^2}$

Megjegyzések: a további adatok azonosak az 1—10.1 Gyorsulás adataival; a g nemzetközi normális értéke: $g_n = 9{,}806\ 65\ \mathrm{m/s^2}$ (pontosan)

2. Rezgések
(az MSZ 4900/2—70 alapján)

2—1 *Rezgésidő (periódusidő)*

Jele: T
Értelmezése: egy rezgés időtartama
SI-egysége: másodperc, jele: s
Törvényes meghatározása: alapegység
Ajánlott decimális többszörösei: ms, μs, ns
Kifejezése az alapegységekkel: s

2—2.1 *Fordulatszám*

Jele: n
Értelmezése: a fordulatok száma osztva az idővel
SI-egysége: egy per másodperc, jele: 1/s
Kifejezése az alapegységekkel: $s^{-1} = 1/s$
Más használható, nem SI-egység: 1/min
Átszámítás: $\frac{1}{\text{min}} = \frac{1}{60\ \text{s}}$

2—2.2 *Frekvencia*

Jele: f, ν (görög kis nü)
Értelmezése: a rezgésidő reciprok értéke
Mennyiségegyenlet: $f = 1/T$
SI-egysége: hertz, jele: Hz
Törvényes meghatározása: a hertz olyan periódusos jelenség frekvenciája, amelynek egy teljes periódusa 1 másodperc időtartamú
Számértéke: az 1 s alatti rezgések száma
Ajánlott decimális többszörösei: GHz, MHz, kHz
Kifejezése az alapegységekkel: $s^{-1} = 1/s$

2—2.3 *Körfrekvencia*

Jele: ω (görög kis ómega)
Mennyiségegyenlet: $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$
SI-egysége: radián per másodperc, jele: rad/s
Ajánlott decimális többszöröse: krad/s

Kifejezése az alapegységekkel: $s^{-1} = 1/s$
Számértéke: a 2π másodperc alatti rezgések száma

2—3 *Hullámhossz*
Jele: λ (görög kis lambda)
Értelmezése: a terjedés irányában az azonos fázisú pontok legkisebb távolsága
SI-egysége: méter, jele: m
Törvényes meghatározása: alapegység
Ajánlott decimális többszörösei: km, mm, μm, nm
Megengedett decimális többszörösei: dm, cm
Kifejezése az alapegységekkel: m

2—5 *Fázisszög*
Jele: φ (görög kis fi)
Értelmezése: a rezgő test egy perióduson belül elfoglalt pillanatnyi helyzetének a nyugalmi helyzethez képest ívmértékben kifejezett viszonya
Mennyiségegyenlet: $X(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$, ahol a fázisszög az $(\omega t + \varphi_0)$ mennyiség
SI-egysége: radián, jele: rad
Törvényes meghatározása: kiegészítő egység
Megjegyzések: a fázisszög a 0 és 2π, ill. 0° és 360° szögérték között változik; a kezdőfázis jele: φ_0, az amplitúdó jele: A.

2—6 *Amplitúdó*
Jele: A
Értelmezése: a pillanatnyi kitérés maximális értéke
SI-egysége: méter, jele: m
Törvényes meghatározása: alapegység
Ajánlott decimális többszörösei: mm, μm
Megengedett decimális többszöröse: cm
Kifejezése az alapegységekkel: m
Megjegyzés: az amplitúdó más mennyiségek rezgési jelenségeire is értelmezve van

3. Mechanika
(az MSZ 4900/3—70 alapján)

3—1 *Tömeg*

Jele: m

SI-egysége: kilogramm, jele: kg

Törvényes meghatározása: alapegység

Ajánlott decimális többszörösei: Mg, g, mg, μg

Megengedett decimális többszörösei: dag (dkg), cg

Kifejezése az alapegységekkel: kg

Más használható, nem SI-egységek: tonna, jele: t, 1980-ig: métermázsa, jele: q

Átszámítások: 1 t = 10^3 kg, 1 q = 10^2 kg

Megjegyzés: a dag jel helyett a dkg is használható

3—2 *Sűrűség (fajlagos tömeg)*

Jele: ϱ (görög kis ró), d

Értelmezése: tömeg osztva a térfogattal

Mennyiségegyenlet: $\varrho = m/V$

SI-egysége: kilogramm per köbméter, jele: kg/m³

Törvényes meghatározása: a kilogramm per köbméter olyan homogén anyag sűrűsége, amelynek 1 köbmétere 1 kilogramm tömegű

Ajánlott decimális többszöröse: Mg/m³

Megengedett decimális többszörösei: kg/dm³, g/cm³

Kifejezése az alapegységekkel: $m^{-3} \cdot kg = kg/m^3$

Más használható, nem SI-egységek: t/m³, kg/l

Átszámítások: 1 t/m³ = 1 kg/l = 10^3 kg/m³

3—3 *Fajlagos térfogat*

Jele: v

Értelmezése: térfogat osztva tömeggel

Mennyiségegyenlet: $v = V/m$, ill. $v = 1/\varrho$

SI-egysége: köbméter per kilogramm, jele: m³/kg

Megengedett decimális többszörösei: cm³/g, dm³/g

Kifejezése az alapegységekkel: $m^3 \cdot kg^{-1} = m^3/kg$

Más használható, nem SI-egységek: m³/t, l/kg

Átszámítások: 1 m³/t = 1 l/kg = 10^{-3} m³/kg

3—4 *Tehetetlenségi nyomaték*

Jele: J, Θ (görög nagy théta), esetleg I

Értelmezése: egy test valamilyen tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatéka — a tömegelemek és a tengelytől mért távolságuk négyzete szorzatainak összege

Mennyiségegyenlet: $J = \sum m_i l_i^2$

SI-egysége: kilogrammszor négyzetméter, jele: $kg \cdot m^2$

Ajánlott decimális többszöröse: $g \cdot m^2$

Megengedett decimális többszörösei: $kg \cdot cm^2$, $g \cdot cm^2$

Kifejezése az alapegységekkel: $m^2 \cdot kg$

Más használható, nem SI-egység: $t \cdot m^2$

Átszámítás: $1\ t \cdot m^2 = 10^3\ kg \cdot m^2$

3—7 *Erő*

Jele: F

Értelmezése: tömeg szorozva gyorsulással

Mennyiségegyenlet: $F = ma$

SI-egysége: newton, jele: N

Törvényes meghatározása: a newton az az erő, amely 1 kilogramm tömegű nyugvó testet 1 másodperc idő alatt 1 méter per másodperc sebességűre gyorsít

Ajánlott decimális többszörösei: MN, kN, mN, μN

Kifejezése az alapegységekkel: $m \cdot kg \cdot s^{-2} = m \cdot kg/s^2$

Megjegyzések: 1 kp = 9,806 65 N (pontosan); 1 dyn = $= 10^{-5}$ N (pontosan)

3—8 *Súly (nyugvó tömegé)*

Jele: G, esetleg W vagy Q

Értelmezése: tömeg szorozva a nehézségi gyorsulással

Mennyiségegyenlet: $G = mg$

SI-egysége: newton, jele: N

Megjegyzés: a további adatok azonosak a 3—7 Erő adataival

3—9 *Fajsúly*

Jele: γ (görög kis gamma)

Értelmezése: súly osztva a térfogattal

Mennyiségegyenlet: $\gamma = G/V$
SI-egysége: newton per köbméter, jele: N/m^3
Kifejezése az alapegységekkel: $m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-2} = kg/(m^2 \cdot s^2)$
Megjegyzés: a fajsúlymennyiség használatát kerülni kell, helyette a pontosabban definiált sűrűséget (3—2) ajánlatos használni

3—10.1 *Erőnyomaték (forgatónyomaték)*
Jele: M
Értelmezése: erő szorozva az erő karjával, ahol az erő karja a forgástengelynek az erő hatásvonalától való távolsága
Mennyiségegyenlet: $M = Fk$
SI-egysége: newtonméter, jele: N·m
Ajánlott decimális többszörösei: MN·m, kN·m, mN·m
Megengedett decimális többszöröse: N·cm,
Kifejezése az alapegységekkel: $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} = m^2 \cdot kg/s^2$
Megjegyzés: az erőnyomaték egysége elvileg megegyezik a munka, ill. energia egységével, azonban az erőnyomatékot (forgatónyomatékot) mégsem joule egységekben adják meg, hanem newtonméterben, bár fennáll, hogy
1 J = 1 N·m
1 kp·m = 9,806 65 N·m (pontosan)

3—10.2 *Hajlítónyomaték*
Jele: M
Mennyiségegyenlet: $M = K\sigma_h$, ahol K a befogott rúd keresztmetszeti tényezője, és σ_h a hajlítófeszültség
SI-egysége: newtonméter, jele: N·m
Megjegyzés: a további adatok azonosak a 3—10.1 Erőnyomaték adataival

3—10.3 *Csavarónyomaték*
Jele: T
Mennyiségegyenlet: $T = k\alpha$, ahol, α az elcsavarás szöge és k a rúd anyagától és méreteitől függő arányossági állandó
SI-egysége: newtonméter, jele: N·m
Megjegyzés: a további adatok azonosak a 3—10.1 Erőnyomaték adataival

3—13 *Nyomás*

Jele: p

Értelmezése: a nyomóerő (a felületre merőleges erő) osztva a nyomott felülettel

Mennyiségegyenlet: $p = F/A$

SI-egysége: pascal, jele: Pa

Törvényes meghatározása: a pascal az a nyomás, amelylyel egyenletesen eloszló 1 newton erő 1 négyzetméter felületre merőlegesen hat

Ajánlott decimális többszörösei: GPa, MPa, kPa, mPa, μPa (kiejtése: mikropaszkal)

Megengedett decimális többszörösei: N/mm^2, N/cm^2

Kifejezése az alapegységekkel: $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2} = kg/(m \cdot s^2)$

A folyadék- és gáznyomás megengedett – nem SI-egységei: hbar, bar, mbar, μbar

Átszámítások: 1 hbar $= 10^7$ Pa 1 mbar $= 10^2$ Pa
1 bar $= 10^5$ Pa 1 μbar $= 10^{-1}$ Pa

Megjegyzések: 1 at = 1 kp/cm^2 = 98 066,5 Pa (pontosan)
1 Torr = 1 mm Hg = 133,322 Pa
1 atm = 760 Torr = 101 325 Pa (pontosan)

3—14.1 *Merőleges (normális) feszültség*

Jele: σ (görög kis szigma)

Értelmezése: az erő (felületre merőleges összetevője) osztva a felülettel

Mennyiségegyenlet: $\sigma = F/A$

SI-egysége: pascal, jele: Pa

Ajánlott decimális többszörösei: GPa, MPa

Megengedett decimális többszörösei: N/mm^2, N/cm^2

Kifejezése az alapegységekkel: $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2} = kg/(m \cdot s^2)$

Tudnivalók: σ_B az a feszültség, amelynek elérésekor a húzott rúd elszakad, ezt a feszültséget szakítószilárdságnak is nevezzük (a fémkohászatban és a fémek anyagvizsgálatában a σ_B helyett az R_m jelet használják, l. MSZ 105/1—72);

σ_H az a határfeszültség, amelynek eléréséig még rugalmas az alakváltozás;
σ_m a megengedett feszültséget jelöli

3—14.2 *Csúsztató- (nyíró-) feszültség*
Jele: τ (görög kis tau)
Értelmezése: az erő (felületbe eső összetevője) osztva a felülettel
Mennyiségegyenlet: $\tau = F/A$
Megjegyzések: a további adatok azonosak a 3—14.1 Merőleges (normális) feszültség adataival

Tudnivaló: nyíráskor az egymáson elcsúszó párhuzamos rétegek határfelületeiben nyírófeszültségek keletkeznek

3—15.1 *Fajlagos hosszváltozás (nyúlás)*
Jele: ε (görög kis epszilon), e
Értelmezése: a hosszúságváltozás (-növekedés) osztva az eredeti hosszúsággal (viszonyszám)
SI-egysége: 1

3—15.2 *Fajlagos keresztirányú méretváltozás*
Jele: ε_d (kiejtése: epszilon index dé)
Értelmezése: az erőre merőleges hosszméret változása osztva az eredeti vastagsággal (viszonyszám)
SI-egysége: 1

3—16 *Fajlagos térfogatváltozás*
Jele: ε_v (kiejtése: epszilon index nü)
Értelmezése: a térfogatváltozás osztva az eredeti térfogattal (viszonyszám)
SI-egysége: 1

3—18.1 *Rugalmassági modulus*
Jele: E
Értelmezése: a merőleges feszültség osztva a fajlagos hosszváltozással
Mennyiségegyenlet: $E = \sigma/\varepsilon$
SI-egysége: pascal, jele: Pa
Ajánlott decimális többszörösei: GPa, MPa, kPa
Kifejezése az alapegységekkel: $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2} = kg/(m \cdot s^2)$
Megjegyzés: a Young-modulus név is használatos

3—19 *Súrlódási tényező*

Jele: μ (görög kis mü)

Értelmezése: a súrlódási erő osztva a merőleges nyomóerővel (viszonyszám)

Mennyiségegyenlet: $\mu = F_s/F_n$

SI-egysége: 1

3—24 *Dinamikai viszkozitás*

Jele: η (görög kis éta), esetleg τ (görög kis tau)

Értelmezése: csúsztatófeszültség osztva a hosszegységre vonatkoztatott sebességeséssel

Mennyiségegyenlet: $\eta = \dfrac{\tau}{\dfrac{\Delta v_x}{\Delta z}}$, ahol v_x az áramlás irányába eső sebesség, z az áramlás irányára merőleges távolság

SI-egysége: pascalmásodperc, jele: Pa·s

Törvényes meghatározása: a pascalmásodperc olyan laminárisan (rétegesen) áramló homogén közeg dinamikai viszkozitása, amelynek két, egymással párhuzamos, egymástól 1 méter távolságban levő és 1 méter per másodperc sebességkülönbséggel áramló sík rétege között, a réteg felületének 1 négyzetméterén 1 newton csúsztatóerő lép fel

Ajánlott decimális többszöröse: mPa·s

Kifejezése az alapegységekkel: $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1} = kg/(m \cdot s)$

Más (1980-ig) használható, nem SI-egység: centipoise, jele: cP

Átszámítás: 1 cP = 10^{-3} Pa·s

Megjegyzések: 1 Pa·s = 1 N·s/m² = 1 N·s·m^{-2}

1 kp·s/m² = 9,806 65·10³ cP =

= 9,806 65 N·s/m²

1 cP = 0,101 971·10^{-3} kp·s/m² = 10^{-3} N·s/m²

1 P = 1 dyn·s/cm² = 1 g/(cm·s) = 0,1 Pa·s

3—25 *Kinematikai viszkozitás*

Jele: v

Értelmezése: dinamikai viszkozitás osztva a sűrűséggel

Mennyiségegyenlet: $v = \eta/\varrho$ (kiejtése: éta per ró)
SI-egysége: négyzetméter per másodperc, jele: m^2/s
Törvényes meghatározása: a négyzetméter per másodperc olyan közeg kinematikai viszkozitása, amelynek dinamikai viszkozitása 1 pascalmásodperc, és sűrűsége 1 kilogramm per köbméter
Ajánlott decimális többszöröse: mm^2/s
Kifejezése az alapegységekkel: $m^2 \cdot s^{-1} = m^2/s$

Más használható, nem SI-egysége: centistokes (1980-ig) jele: cSt

Átszámítás: $1\ cSt = 10^{-6}\ m^2/s$

Megjegyzések: $1\ m^2/s = \dfrac{1\ Pa \cdot s}{1\ kg/m^3}$

Használjuk még az Engler-fokot, jele: E°, amely az Engler-viszkoziméterrel mérhető,
$1\ cSt = 1\ mm^2/s = 10^{-6}\ m^2/s$;
$1\ St = 1\ cm^2/s = 10^{-4}\ m^2/s$;
1 E° = 1 cSt; 2 E° = 11,8 cSt; 3 E° = 21,2 cSt; 4 E° = = 29,5 cSt; 10 E° = 75,9 cSt; 50 E° = 379,9 cSt

3—26.1 *Munka (mechanikai)*

Jele: W, esetleg L

Értelmezése: az erő szorozva az általa okozott elmozdulásnak az erő irányába eső összetevőjével

Mennyiségegyenlet: $W = Fl$, ahol l az elmozdulás az állandó F erő irányában
SI-egysége: joule, jele: J

Törvényes meghatározása: a joule az a munka, amelyet 1 newton erő saját hatásának irányába eső 1 méter úton végez

Ajánlott decimális többszörösei: GJ, MJ, kJ, mJ
Kifejezése az alapegységekkel: $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} = m^2 \cdot kg/s^2$

Más használható, nem SI-egységek:
kilowattóra, jele: kW·h
elektronvolt, jele: eV

Átszámítások: 1 kW·h = 3,6 MJ,
1 eV = 1,602·10^{-19} J

Megjegyzések: 1 J = 1 N·m, 1 erg = 10^{-7} J
1 m·kp = 9,806 65 N·m = 9,806 65 J

3—26.2 *Energia (mechanikai)*

Jele: E, esetleg: W

Értelmezése: az anyag munkavégző képességgel mérhető tulajdonsága (állapothatározó)

SI-egysége: joule, jele: J

Megjegyzések: a további adatok azonosak a 3—26.1 Munka adataival;

Tudnivalók: mozgási vagy kinetikai *energia:* a mozgó testnek sebessége folytán meglevő munkavégző képessége: $E_{kin} = \frac{1}{2} mv^2$;

helyzeti vagy potenciális *energia:* az a munkavégző képesség, amellyel valamely test helyzeténél fogva rendelkezik;
$E_{pot} = mgh$ a potenciális energiája egy h magasságban levő m tömegű testnek;
$E_{pot} = \frac{1}{2} kl^2$ a potenciális energiája egy l hosszúsággal megnyújtott vagy összenyomott *rugónak;*
zárt, más testtel kölcsönhatásban nem álló anyagi rendszer energiája az időben szigorúan állandó (az energia megmaradásának elve)

3—27 *Teljesítmény*

Jele: P

Értelmezése: munka osztva idővel

Mennyiségegyenlet: $P = W/t$

SI-egysége: vatt, jele: W

Törvényes meghatározása: a watt az a teljesítmény, amelyet 1 joule munka 1 másodperc alatt létrehoz

Ajánlott decimális többszörösei: GW, MW, kW, mW, μW

Kifejezése az alapegységekkel: m^2·kg·s^{-3} = m^{2}kg/s^3

Megjegyzések: 1 W = 1 J/s
1 LE = 735,498 75 W = 75 m·kp/s
1 erg/s = 10^{-7} W
1 m·kp/s = 9,806 65 W

3—28 *Ütőmunka*

Jele: KCU vagy KCV

Értelmezése: munka osztva területtel

Mennyiségegyenlet: ütőmunka $= W/A$

SI-egysége: joule per négyzetméter, jele: J/m^2

Ajánlott decimális többszöröse: kJ/m^2

Megengedett decimális többszöröse: J/cm^2

Kifejezése az alapegységekkel: $kg \cdot s^{-2} = kg/s^2$;

3—29 *Hatásfok*

Jele: η (görög kis éta)

Értelmezése: a hasznos munka osztva az összes befektetett munkával (viszonyszám)

SI-egysége: 1

Tudnivalók: a hatásfokot százalékban is szokás megadni:

$$\text{hatásfok} = 100 \cdot \frac{\text{hasznos munka}}{\text{összes munka}} \ \%$$

$$\text{hatásfok} = 100 \cdot \frac{\text{hasznosított energia}}{\text{összes energia}} \ \%$$

$$\text{hatásfok} = 100 \cdot \frac{\text{hasznos teljesítmény}}{\text{összes teljesítmény}} \ \%$$

4. Hőtan
(az MSZ 4900/4—71 alapján)

4—1.1 *Hőmérséklet, termodinamikai hőmérséklet*
Jele: T, esetleg Θ (görög nagy théta)
Értelmezése: a test hőállapotát, felmelegedésének mértékét jellemző mennyiség
SI-egysége: kelvin, jele: K (fokjel nélkül)
Törvényes meghatározása: alapegység
Kifejezése az alapegységekkel: K
Megjegyzés: használják még az abszolút hőmérséklet elnevezést is

4—1.2 *Hőmérséklet, Celsius-hőmérsékleti skála*
Jele: t, esetleg ϑ (görög kis théta)
SI-egysége: nincs
Más használható, nem SI-egység: Celsius-fok, jele: °C (nem C°)
Megjegyzés: $t = T - T_0$, ahol $T_0 = 273{,}15$ K, (T: 4—1.1)

4—2 *Hőmérséklet-különbség*
Jele: ΔT, ill. Δt (kiejtése: delta nagy té, ill. delta kis té)
Értelmezése: két termodinamikai vagy Celsius-hőmérséklet különbsége
SI-egysége: kelvin, jele: K
Kifejezése az alapegységekkel: K
Más használható, nem SI-egység: °C
Megjegyzés: a Celsius-fokban és a kelvinben mért hőmérséklet-különbségek egyenlőek

4—3.1 *Lineáris hőtágulási tényező*
Jele: α (görög kis alfa), esetleg λ (görög kis lambda)
Értelmezése: $\dfrac{\text{hosszúságváltozás}}{\text{eredeti hosszúság} \times \text{hőmérséklet-különbség}}$
Mennyiségegyenlet: $\alpha = \dfrac{1}{l} \dfrac{\Delta l}{\Delta T}$
SI-egysége: egy per kelvin, jele: 1/K
Kifejezése az alapegységekkel: $K^{-1} = 1/K$

4—3.2 *Térfogati (köbös) hőtágulási tényező*

Jele: β (görög kis béta), esetleg: γ (görög kis gamma)

Értelmezése: $\dfrac{\text{térfogatváltozás}}{\text{eredeti térfogat} \times \text{hőmérséklet-különbség}}$

Mennyiségegyenlet: $\beta = \dfrac{1}{V}\dfrac{\Delta V}{\Delta T}$, ha $\Delta p = 0$

SI-egysége: egy per kelvin, jele: 1/K

Megjegyzés: a további adatok azonosak a 4—3.1 Lineáris hőtágulási tényező adataival

Tudnivalók: ha hőtáguláskor a p (nyomás) állandó, akkor izobár az állapotváltozás, ekkor gázra: $V/T = \text{const}$ (Gay-Lussac I. törvénye)

4—3.3 *Nyomás-hőmérsékleti tényező, feszültségi tényező*

Jele: σ (görög kis szigma)

Értelmezése: $\dfrac{\text{nyomásváltozás}}{\text{eredeti nyomás} \times \text{hőmérséklet-különbség}}$

Mennviségegyenlet: $\sigma = \dfrac{1}{p}\dfrac{\Delta p}{\Delta T}$, ha $\Delta V = 0$

SI-egysége: egy per kelvin, jele: 1/K

Megjegyzések: a további adatok azonosak a 4—3.1 lineáris hőtágulási tényező adataival

Tudnivalók: a nyomás-hőmérsékleti tényező állandó térfogaton létrejövő állapotváltozásra van definiálva, ekkor a gázra: $p/T = \text{const}$ (Gay-Lussac II. törvénye)

4—3.4 *Kompresszibilitási tényező*

Jele: χ (görög kis khi), esetleg: $\varkappa$ (görög kis kappa)

Értelmezése: $\dfrac{\text{térfogatváltozás}}{\text{eredeti térfogat} \times \text{nyomáskülönbség}}$

Mennyiségegyenlet: $\chi = \dfrac{1}{V}\dfrac{\Delta V}{\Delta p}$

SI-egysége: egy per pascal, jele: 1/Pa

Kifejezése az alapegységekkel: $\text{m} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^2 = \text{m} \cdot \text{s}^2/\text{kg}$

Tudnivalók: ha a gáz összenyomása közben a hőmérséklet állandó ($T = \text{const}$), izotermikus kompresszióról beszélünk, ha pedig nincs hőkicserélődés, olyan gyors az összenyomás, adiabatikus kompresszióról van szó. Az első esetben izoterm, a másodikban adiabatikus kompresszibilitási tényezőről beszélünk; izotermikus állapotváltozásra: $pV = \text{const}$ (Boyle—Mariotte törvénye); adiabatikus állapotváltozásra: $pV^{\varkappa} = \text{const}$, ahol $\varkappa = c_p/c_v$ (fajhőviszony) Adiabatikus táguláskor a gáz belső energiája csökken, összenyomáskor pedig növekszik (l.: 4—4)

4—4 *Hő, hőmennyiség*

Jele: Q

Értelmezése: két test hőmérséklet-kiegyenlítődésének leírására szolgáló fizikai mennyiség

Mennyiségegyenlet: $Q = cm(T_2 - T_1)$, ahol Q az m tömegű test T_1 hőmérsékletét T_2-re változtatja (c a fajhő, lásd: 4—11)

SI-egysége: joule, jele: J

Ajánlott decimális többszörösei: TJ, GJ, MJ, kJ, mJ

Kifejezése az alapegységekkel: $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} = \text{m}^2 \cdot \text{kg}/\text{s}^2$

Megjegyzések: 1 cal $= 4{,}1868$ J

1 kcal $= 4{,}1868$ kJ $= 1{,}163 \cdot 10^{-3}$ kW·h

1 kW·h $= 3{,}6 \cdot 10^6$ J $= 860$ kcal

1 m·kp $= 9{,}807$ J $= 2{,}724 \cdot 10^{-6}$ kW·h

1 kcal $= 427$ m·kp

Tudnivalók: a hőmennyiség kölcsönhatási folyamat leírására szolgáló fizikai mennyiség, így nincs értelme hőenergiának nevezni (nem azonos a test belső energiájával): a hő, hőmennyiség, hőmunka tisztán termikus kölcsönhatásban az érintkező testek belső energia változását leíró fizikai mennyiség; a belső energiát a gáz belső állapota, főként molekuláinak rendezetlen hőmozgása határozza meg;
$Q = Lm$ halmazállapot-változás, ill. égés esetén, ahol Q az m tömegű test halmazállapot-változásához, illetőleg égéséhez szükséges hőmennyiség, L az anyagi minőségre jellemző állandó (olvadáshő = fagyáshő vagy párolgáshő = lecsapódási hő, ill. égéshő); $|Q| = |W|$ izotermikus állapotváltozáskor ($T = \text{const}$), ekkor a közölt hő teljesen a gáz munkájává alakul át (táguláskor W negatív és Q pozitív, összenyomáskor W pozitív, Q negatív)

4—5 *Hőáram*

Jele: Φ (görög nagy fi)

Értelmezése: a felületen áthaladó hő osztva az idővel

Mennyiségegyenlet: $\Phi = Q/t$

SI-egysége: watt, jele: W
Ajánlott decimális többszöröse: kW
Kifejezése az alapegységekkel: $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} = m^2 \cdot kg/s^3$
Megjegyzése: 1 kcal/s = 4,1868 kW

4—6 *Hőáramsűrűség*
Jele: φ (görög kis fi)
Értelmezése: a hőáram osztva a felülettel
Mennyiségegyenlet: $\varphi = \Phi/A$
SI-egysége: watt per négyzetméter, jele: W/m^2
Ajánlott decimális többszöröse: kW/m^2
Kifejezése az alapegységekkel: $kg \cdot s^{-3} = kg/s^3$

4—7 *Hővezetési tényező, hővezető képesség*
Jele: λ (görög kis lambda)
Értelmezése: hőáramsűrűség osztva a hőmérséklet hosszegységre eső változásával

Mennyiségegyenlet: $\lambda = \dfrac{\varphi}{\dfrac{\Delta T}{l}}$

SI-egysége: watt per méterkelvin, jele: $\dfrac{W}{m \cdot K}$

Kifejezése az alapegységekkel:

$$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1} = \frac{m \cdot kg}{s^3 \cdot K}$$

Más használható, nem SI-egység: $\dfrac{W}{m \cdot °C}$

4—8.1 *Hőátadási tényező*
Jele: u, α (görög kis alfa)
Értelmezése: hőáramsűrűség osztva a hőmérséklet-különbséggel

Mennyiségegyenlet: $u = \dfrac{\varphi}{\Delta t}$

SI-egysége: $\dfrac{W}{m^2 \cdot K}$

Kifejezése az alapegységekkel:

$$\mathrm{kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}} = \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s^3 \cdot K}}$$

Más használható, nem SI-egység: $\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2 \cdot °C}}$

4—10 *Hőkapacitás*

Jele: C

Értelmezése: hőmennyiség osztva a hőmérséklet-különbséggel

Mennyiségegyenlet: $C = \frac{Q}{\Delta T}$

SI-egysége: joule per kelvin, jele: J/K

Ajánlott decimális többszöröse: kJ/K

Kifejezése az alapegységekkel: $\mathrm{m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}} = \frac{\mathrm{m^2 \cdot kg}}{\mathrm{s^2 \cdot K}}$

Más használható, nem SI-egységek: J/°C, kJ/°C

Megjegyzés: ha a V térfogat állandó, akkor C_V, ha pedig a p nyomás állandó, akkor C_p a hőkapacitás jele

4—11 *Fajlagos hőkapacitás, fajhő*

Jele: c

Értelmezése: $\frac{\text{hőmennyiség}}{\text{tömeg} \times \text{hőmérséklet-különbség}}$

Mennyiségegyenlet: $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$

SI-egysége: $\frac{\text{joule}}{\text{kilogramm} \times \text{kelvin}}$, jele: $\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg \cdot K}}$

Kifejezése az alapegységekkel: $\mathrm{m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}} = \frac{\mathrm{m^2}}{\mathrm{s^2 \cdot K}}$

Más használható, nem SI-egység: $\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg \cdot °C}}$

Megjegyzés: ha a V térfogat állandó, akkor c_v-ről beszélünk, ha pedig a p nyomás állandó, akkor c_p-ről van szó

Tudnivalók: az ideális gáz kétféle fajhőjének különbsége: $c_p - c_v = R$ (l.: 4—20), tehát az állandó nyomáson vett fajhő az R specifikus gázállandóval nagyobb, mint az állandó térfogaton vett fajhő; a kétféle fajhő hányadosa; $\varkappa = c_p/c_v$ az ún. fajhőviszony (adiabatikus állapotváltozási kitevő)

4—20 *Gázállandó (specifikus)*

Jele: R

Értelmezése: az ideális gáz p nyomásának és $v = V/m$ fajlagos térfogatának szorzata osztva az abszolút hőmérséklettel

Mennyiségegyenlet: $R = \frac{pv}{T} = \frac{pV}{mT}$

SI-egysége: $\frac{\text{joule}}{\text{kilogramm} \times \text{kelvin}}$, jele: $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

Kifejezése az alapegységekkel: $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{K}}$

Tudnivalók: a specifikus gázállandó minden gázra más és más értékű, pl. hidrogénre $4127 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, oxigénre $259{,}9 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$; a specifikus gázállandót nem szabad összetéveszteni az általános gázállandóval, amely 1 mol mennyiségű gázra vonatkozik, és minden gázra azonos értékű: $R = 8{,}314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$; lásd: 8—35 Moláris gázállandó

5. Villamosságtan
(az MSZ 4900/5—70 alapján)

5—1 *Elektromos áramerősség*
Jele: I (nem J)
SI-egysége: amper, jele: A
Törvényes meghatározása: alapegység
Ajánlott decimális többszörösei: kA, mA, μA, nA, pA
Kifejezése az alapegységekkel: A

5—2 *Elektromos töltés*
Jele: Q
Értelmezése: áramerősség szorozva idővel
Mennyiségegyenlet: $Q = It$
SI-egysége: coulomb, jele: C
Törvényes meghatározása: a coulomb az az elektromos töltés, amely valamely vezető egy keresztmetszetén 1 másodperc idő alatt áthalad, ha a vezetőben 1 amper erősségű áram folyik
Ajánlott decimális többszörösei: kC, mC, μC, nC, pC
Kifejezése: az alapegységekkel: s·A
Más használható, nem SI-egység: amperóra, jele: A·h
Átszámítás 1 A·h = 3600 C

5—3 *Térfogati töltéssűrűség*
Jele: ϱ (görög kis ró)
Értelmezése: töltés osztva térfogattal
Mennyiségegyenlet: $\varrho = Q/V$
SI-egysége: coulomb per köbméter, jele: C/m^3
Ajánlott decimális többszörösei: MC/m^3, kC/m^3
Megengedett decimális többszörösei: C/mm^3, C/cm^3
Kifejezése az alapegységekkel: $m^{-3} \cdot s \cdot A = \frac{s \cdot A}{m^3}$

5—4 *Felületi töltéssűrűség*
Jele: σ (görög kis szigma)
Értelmezése: töltés osztva felülettel
Mennyiségegyenlet: $\sigma = Q/A$

SI-egysége: coulomb per négyzetméter, jele: C/m^2
Ajánlott decimális többszörösei: MC/m^2, kC/m^2
Megengedett decimális többszörösei: C/mm^2, C/cm^2

Kifejezése az alapegységekkel: $m^{-2} \cdot s \cdot A = \frac{s \cdot A}{m^2}$

5—5 *Elektromos térerősség*
Jele: E
Értelmezése: a nyugvó elektromos töltésre ható erő osztva a töltéssel

Mennyiségegyenlet: $E = \frac{F}{Q}$ vagy $E = \frac{U}{d}$

SI-egysége: volt per méter, jele: V/m
Ajánlott decimális többszörösei: MV/m, kV/m, mV/m, μV/m
Megengedett decimális többszörösei: V/mm, V/cm, kV/cm

Kifejezése az alapegységekkel: $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1} = \frac{m \cdot kg}{s^3 \cdot A}$

Tudnivaló: az elektromos térerősség vektormennyiség

5—6.1 *Elektromos potenciál*
Jele: V, Φ (görög nagy fi), esetleg U
Értelmezése: az elektrosztatikus tér bármely pontjában az elektromos töltés potenciális energiája osztva a töltéssel (a helyzeti energiát célszerű a tér határán levő ponthoz viszonyítani)
Mennyiségegyenlet: $V = W/Q$
SI-egysége: volt, jele: V
Ajánlott decimális többszörösei: MV, kV, mV, μV
Kifejezése az alapegységekkel:

$$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1} = \frac{m^2 \cdot kg}{s^3 \cdot A}$$

5—6.2 *Elektromos feszültség (elektromos potenciálkülönbség)*
Jele: U
Értelmezése: elektromos teljesítmény osztva az áramerősséggel

Mennyiségegyenlet: $U = P/I$
SI-egysége: volt, jele: V
Törvényes meghatározása: a volt olyan vezető két pontja közötti elektromos feszültség, amelyben 1 amper állandó erősségű áram folyik, ha az áram teljesítménye e két pont között 1 watt.
Megjegyzések: a további adatok azonosak az 5—6.1 Elektromos potenciál adataival

$$1\ \mathrm{V} = 1\ \mathrm{W/A} = 1\ \mathrm{W \cdot A^{-1}}$$

Tudnivaló: $1\ \mathrm{V} = 1\ \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{A}} = 1\ \frac{\frac{\mathrm{m^2 \cdot kg}}{\mathrm{s^3}}}{\mathrm{A}} = 1\ \frac{\mathrm{m^2 \cdot kg}}{\mathrm{s^3 \cdot A}}$

5—7 *Elektromos eltolás, elektromos fluxussűrűség*
Jele: D
Értelmezése: az elektromos tér töltésekre gyakorolt töltésszétválasztó (megosztó, influáló) hatásának mértéke (pl. síkkondenzátor egymással érintkező lapjait az elektromos térben arra merőleges helyzetben szétválasztva, a két kondenzátorlapon Q nagyságú pozitív, ill. negatív influenciatöltés keletkezik)
Mennyiségegyenlet: $D = Q/A = It/A$
SI-egysége: coulomb per négyzetméter, jele: $\mathrm{C/m^2}$
Ajánlott decimális többszörösei: $\mathrm{kC/m^2}$
Kifejezése az alapegységekkel: $\mathrm{m^{-2} \cdot s \cdot A = s \cdot A/m^2}$

Tudnivalók: az elektromos eltolás mennyiségegyenlete azonos a felületi töltéssűrűségével;
az elektromos eltolás vektormennyiség;
az E elektromos térerősséget az erővonalak, a D elektromos eltolást az eltolódási vonalak szemléltethetik

5—8 *Elektromos fluxus*
Jele: Ψ (görög nagy pszi)
Értelmezése: elektromos eltolás szorozva felülettel
Mennyiségegyenlet: $\Psi = DA$, $\Psi = It$
SI-egysége: coulomb, jele: C
Ajánlott decimális többszörösei: kC, mC, μC, nC, pC
Kifejezése az alapegységekkel: s·A

Tudnivaló: az elektromos fluxus egy adott felületen áthaladó elektromos eltolódási vonalak összességét jelenti

5—9 *Elektromos kapacitás*

Jele: C

Értelmezése: a vezető elektromos töltése osztva a vezető feszültségével

Mennyiségegyenlet: $C = Q/U = It/U$

SI-egysége: farad, jele: F

Törvényes meghatározása: a farad olyan kondenzátor elektromos kapacitása, amelyet 1 coulomb töltés 1 volt feszültségre tölt fel

Ajánlott decimális többszörösei: mF, μF, nF, pF

Kifejezése az alapegységekkel:

$$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2 = \frac{s^4 \cdot A^2}{m^2 \cdot kg}$$

Megjegyzés: 1 F = 1 A·s/V

Tudnivaló: $F = \frac{C}{V} = \frac{s \cdot A}{\frac{m^2 \cdot kg}{s^3 \cdot A}} = s \cdot A \cdot \frac{s^3 \cdot A}{m^2 \cdot kg} = \frac{s^4 \cdot A^2}{m^2 \cdot kg}$

5—10.1 *Permittivitás*

Jele: ε (görög kis epszilon)

Értelmezése: elektromos eltolás osztva az elektromos térerősséggel

Mennyiségegyenlet: $\varepsilon = D/E$

SI-egysége: farad per méter, jele: F/m

Kifejezése az alapegységekkel:

$$m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2 = \frac{s^4 \cdot A^2}{m^3 \cdot kg}$$

Megjegyzések: 1 $F/m = 1 \frac{A \cdot s}{V \cdot m}$, a permittivitást régebben dielektromos állandónak nevezték

5—10.2 *A vákuum permittivitása*

Jele: ε_0 (görög kis epszilon index nulla)

Értelmezése: a tényleges permittivitás osztva a relatív permittivitással (lásd 5—11)
Mennyiségegyenlet: $\varepsilon_0 = \varepsilon/\varepsilon_r$
Megjegyzések: a további adatok azonosak az 5—10.1 Permittivitás adataival

$$\varepsilon_0 = 8{,}854\ 19 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{F/m}$$

5—11 *Relatív permittivitás*

Jele: ε_r (görög kis epszilon index er)
Értelmezése: puszta szám, amely megmutatja, hogy egy kondenzátor kapacitása a vákuumban mért kapacitásnál hányszor lesz nagyobb, ha a lemezek közé dielektrikumot (szigetelőanyagot) helyezünk
SI-egysége: 1
Megjegyzés: ezt a mennyiséget régebben relatív dielektromos állandónak nevezték

5—15 *Elektromos áramsűrűség*

Jele: J, esetleg S vagy j
Értelmezése: áramerősség osztva felülettel
Mennyiségegyenlet: $J = I/A$
SI-egysége: amper per négyzetméter, jele: $\mathrm{A/m^2}$
Ajánlott decimális többszörösei: $\mathrm{MA/m^2}$, $\mathrm{kA/m^2}$
Megengedett decimális többszörösei: $\mathrm{A/mm^2}$, $\mathrm{A/cm^2}$
Kifejezése az alapegységekkel: $\mathrm{m^{-2} \cdot A = A/m^2}$

5—17 *Mágneses térerősség*

Jele: H
Értelmezése: áramerősség osztva hosszúsággal
Mennyiségegyenlet: $H = NI/l$, ahol N a tekercs menetszáma, l a tekercs hossza és I a tekercsben folyó áram erőssége; a H térerősség a tekercs belsejében keletkezik az I áram hatására
SI-egysége: amper per méter, jele: A/m
Ajánlott decimális többszöröse: kA/m
Megengedett decimális többszörösei: A/mm, A/cm
Kifejezése az alapegységekkel: $\mathrm{m^{-1} \cdot A = A/m}$

Megjegyzések: a mágneses térerősséget mágneses gerjesztettségnek is szokás nevezni;
a mágneses térerősség vektormennyiség;

$$1 \text{ oersted} = \frac{10^3}{4\pi} \frac{\text{A}}{\text{m}} = 79{,}575 \frac{\text{A}}{\text{m}};$$

1 A/m a mágneses tér erőssége abban a tekercsben, amelynek 1 m hosszára 1 menet jut és 1 A áram folyik át rajta

Tudnivalók: a H mágneses térerősség a tekercsre jellemző mennyiség, és nem függ attól, hogy van-e valamilyen erővonalsűrítő anyag a tekercsben, vagy nincs;
a $H = NI/l$ mennyiségegyenlet csak speciálisan az N menetszámú, l hosszúságú, I árammal átjárt tekercs belsejében levő homogén mágneses térerősségre vonatkozik

5—18 *Mágneses feszültség*
Jele: U_m
Értelmezése: mágneses térerősség szorozva hosszúsággal
Mennyiségegyenlet: $U_m = Hl$
SI-egysége: amper, jele: A
Ajánlott decimális többszörösei: kA, mA
Kifejezése az alapegységekkel: A

5—19 *Mágneses gerjesztés*
Jele: Θ (görög nagy théta)
Értelmezése: egy adott felületen áthaladó és maguk körül mágneses teret létrehozó elektromos áramok összege
Mennyiségegyenlet: $\Theta = IN$, ahol N a tekercs menetszáma és I a tekercsben folyó áram erőssége
SI-egysége: amper, jele: A
Ajánlott decimális többszörösei: kA mA
Kifejezése az alapegységekkel: A
Megjegyzés: a mágneses gerjesztést ampermenetben szokták kifejezni. Egy ampermenet gerjesztés keletkezik az egymenetű vezetőkeretben, ha rajta 1 amper erősségű elektromos áram folyik keresztül

5—20 *Mágneses indukció, mágneses fluxussűrűség*
Jele: B
Értelmezése: $\dfrac{\text{forgatónyomaték}}{\text{áramerősség} \times \text{felület}}$

vagy

$$\frac{\text{erő}}{\text{áramerősség} \times \text{hosszúság}}$$

Mennyiségegyenletek: $B = \frac{M}{IA}$ vagy $B = \frac{F}{Il}$

SI-egysége: tesla, jele: T

Törvényes meghatározása: a tesla az a mágneses indukció, amely reá merőleges 1 négyzetméter felületen 1 weber mágneses fluxust hoz létre

Ajánlott decimális többszörösei: mT, μT, nT

Kifejezése az alapegységekkel: $\mathrm{kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}} = \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s^2 \cdot A}}$

Megjegyzések: $1\ \mathrm{T} = 1\ \mathrm{V \cdot s/m^2}$

$1\ \text{gauss} = 1\ \mathrm{G} = 10^{-4}\ \mathrm{T} = 1\ \mathrm{V \cdot s/cm^2}$

Tudnivalók: a mágneses indukció vektormennyiség, iránya a mágneses indukcióvonalak irányába esik;
a mágneses indukció a mágneses indukcióvonalak sűrűségét jelenti, vagyis a felületen 1 $\mathrm{m^2}$-enként merőlegesen áthaladó indukcióvonalak számát;
iskoláinkban szokásos meghatározás: egy tesla a mágneses indukció vektorának értéke a mágneses térnek azon a helyén, ahol az indukcióvonalakra merőlegesen elhelyezett egy négyzetméter felületet határoló, egy amper erősségű árammal átjárt áramvezető keretre egy newtonméter forgatónyomaték hat

5—21 *Mágneses fluxus*

Jele: Φ (görög nagy fi), esetleg: Ψ (görög nagy pszi)

Értelmezése: mágneses indukció szorozva a felülettel

Mennyiségegyenletek: $\Phi = Ut$, $\Phi = BA$

SI-egysége: weber, jele: Wb

Törvényes meghatározása: a weber az a mágneses fluxus, amely egy menetből álló vezetőben 1 volt feszültséget létesít, ha 1 másodperc idő alatt egyenletesen nullára csökken

Ajánlott decimális többszöröse: mWb

Kifejezése az alapegységekkel:

$$\mathrm{m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}} = \frac{\mathrm{m^2 \cdot kg}}{\mathrm{s^2 \cdot A}}$$

Megjegyzések: a Ψ jel tekercsfluxusra használatos;

$1\ \mathrm{Wb} = 1\ \mathrm{V \cdot s}$;

$1\ \text{maxwell} = 10^{-8}\ \mathrm{Wb}$

Tudnivalók: az iskoláinkban szokásos mennyiségegyenlet: $\Phi = BA$, és ennek alapján:

$$\mathrm{Wb} = \mathrm{T \cdot m^2} = \frac{\mathrm{V \cdot s}}{\mathrm{m^2}} \cdot \mathrm{m^2} = \mathrm{V \cdot s} = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{A \cdot s}} \cdot \mathrm{s} = \frac{\mathrm{kg \cdot m^2}}{\mathrm{s^2 \cdot A}}$$

5—23.1 *Induktivitás*

Jele: L

Értelmezése: egy áramhurok által létesített és körülzárt mágneses tér fluxusa osztva a hurokban folyó áram erősségével

Mennyiségegyenlet: $L = \Phi / I$

SI-egysége: henry, jele: H

Törvényes meghatározása: a henry olyan zárt vezető induktivitása, amelyben 1 volt feszültség létesül, ha a benne folyó áram erőssége másodpercenként egyenletesen 1 amperrel változik

Ajánlott decimális többszörösei: mH, μH, nH, pH

Kifejezése az alapegységekkel:

$$\mathrm{m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}} = \frac{\mathrm{m^2 \cdot kg}}{\mathrm{s^2 \cdot A^2}}$$

Megjegyzések: $1\ \mathrm{H} = 1\ \mathrm{V \cdot s/A} = 1\ \mathrm{Wb/A}$

Tudnivaló: egy N menetes tekercs induktivitása: $N\Phi / I$

5—23.2 *Kölcsönös induktivitás*

Jele: M, esetleg L_{mn}

Értelmezése: egy áramhuroknak a másik hurok árama által létesített és körülzárt mágneses terének fluxusa osztva ezzel az árammal

Mennyiségegyenlet: $M = \Phi / I$

SI-egysége: henry, jele: H

Megjegyzés: a további adatok azonosak az 5—23.1 Induktivitás adataival

5—25.1 *Permeabilitás*

Jele: μ (görög kis mü)

Értelmezése: mágneses indukció osztva a mágneses térerősséggel

Mennyiségegyenlet: $\mu = B/H$

SI-egysége: henry per méter, jele: H/m

Kifejezése az alapegységekkel:

$$\mathrm{m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}} = \frac{\mathrm{m \cdot kg}}{\mathrm{s^2 \cdot A^2}}$$

Megjegyzés: $1\ \mathrm{H/m} = 1\ \frac{\mathrm{V \cdot s}}{\mathrm{A \cdot m}}$

Tudnivaló: a H/m a következőképpen adódik a mennyiségegyenlet alapján:

$$\frac{\mathrm{T}}{\mathrm{A/m}} = \frac{\mathrm{T \cdot m}}{\mathrm{A}} = \frac{\mathrm{V \cdot s}}{\mathrm{m^2}} \cdot \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{A}} = \frac{\mathrm{V \cdot s}}{\mathrm{A \cdot m}} = \frac{\mathrm{H}}{\mathrm{m}}$$

5—25.2 *A vákuum permeabilitása*

Jele: μ_0 (görög kis mü index nulla)

SI-egysége: H/m

Megjegyzések: a további adatok azonosak az 5—25.1 Permeabilitás adataival;

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \mathrm{H/m} = 1{,}256\ 64 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{H/m}$$

5—26 *Relatív permeabilitás*

Jele: μ_r (görög kis mü index er)

Értelmezése: permeabilitás osztva a vákuum permeabilitásával

Mennyiségegyenlet: $\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$

SI-egysége: 1

Megjegyzés: a relatív permeabilitás puszta szám, amely megmutatja, hogy egy anyag tényleges permeabilitása hányszorosa a vákuum permeabilitásának

5—28 *Mágnesezettség*

Jele: M

Értelmezése: a mágneses indukció és a vákuum permeabilitása hányadosának és a mágneses térerősségnek a különbsége

Mennyiségegyenlet: $M = \frac{B}{\mu_0} - H = (\mu_r - 1)H$

SI-egysége: amper per méter, jele: A/m
Ajánlott decimális többszöröse: kA/m
Megengedett decimális többszöröse: A/mm
Kifejezése az alapegységekkel: $m^{-1} \cdot A = A/m$
Megjegyzés: $\mu_r - 1$ neve mágneses szuszceptibilitás (lásd: MSZ 4900/5, 5—27 tétel)

5—29 *Mágneses polarizáció*
Jele: J
Értelmezése: a mágnesezettség szorozva a vákuum permeabilitásával
Mennyiségegyenlet: $J = \mu_0 M = B - \mu_0 H$
SI-egysége: tesla, jele: T
Ajánlott decimális többszöröse: mT

Kifejezése az alapegységekkel: $kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1} = \frac{kg}{s^2 \cdot A}$

Megjegyzés: $1\ T = 1\ V \cdot s/m^2$

5—32 *Elektromágneses energiasűrűség*
Jele: w
Értelmezése: elektromágneses térenergia osztva a térfogattal
Mennyiségegyenlet: $w = W/V$
SI-egysége: joule per köbméter, jele: J/m^3

Kifejezése az alapegységekkel: $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2} = \frac{kg}{m \cdot s^2}$

Megjegyzés: $1\ J/m^3 = 1\ V \cdot A \cdot s/m^3$

Tudnivalók: egy kondenzátor lapjai közötti energia sűrűsége: $\frac{1}{2} DE$;

egy tekercsben felhalmozódott energia sűrűsége: $\frac{1}{2} BH$

5—35 *Elektromos ellenállás (egyenáramú), rezisztencia*
Jele: R

Értelmezése: elektromos feszültség osztva az áramerősséggel
Mennyiségegyenlet: $R = U/I$
SI-egysége: ohm, jele: Ω (görög nagy ómega)
Törvényes meghatározása: az ohm olyan vezető két pontja közötti elektromos ellenállás, amelyek között 1 amper erősségű áram folyik, ha e két pont közötti feszültség 1 volt
Ajánlott decimális többszörösei: TΩ, GΩ, MΩ, kΩ, mΩ
Kifejezése az alapegységekkel:

$$\mathrm{m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}} = \frac{\mathrm{m^2 \cdot kg}}{\mathrm{s^3 \cdot A^2}}$$

Megjegyzések: 1 Ω = 1 V/A; az ohmnak a mega prefixummal képzett többszöröse a megohm

5—36 *Elektromos vezetés (egyenáramú), konduktancia*
Jele: G
Értelmezése: áramerősség osztva a feszültséggel
Mennyiségegyenlet: $G = I/U$
SI-egysége: siemens, jele: S
Törvényes meghatározása: a siemens olyan vezető elektromos vezetése, amelynek ellenállása 1 ohm
Ajánlott decimális többszörösei: kS, mS, μS
Kifejezése az alapegységekkel

$$\mathrm{m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2} = \frac{\mathrm{s^3 \cdot A^2}}{\mathrm{m^2 \cdot kg}}$$

Megjegyzések: 1 S = 1 A/V; régebben használták a vezetőképesség nevet is

5—37 *Fajlagos ellenállás, rezisztivitás*
Jele: ϱ (görög kis ró)
Értelmezése: elektromos térerősség osztva áramsűrűséggel
Mennyiségegyenlet: $\varrho = E/J$
SI-egysége: ohmméter, jele: Ω·m
Ajánlott decimális többszörösei: GΩ·m, MΩ·m
kΩ·m, mΩ·m, μΩ·m, nΩ·m

Megengedett decimális többszörösei: $\Omega \cdot cm$, $\Omega \cdot mm^2/m$
Kifejezése az alapegységekkel

$$m^3 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2} = \frac{m^3 \cdot kg}{s^3 \cdot A^2}$$

Megjegyzések: 1 $\Omega \cdot m = 1\ V \cdot m/A$;
a rezisztivitás SI-egysége megadja az 1 m hosszú és 1 m^2 keresztmetszetű anyag ellenállásának számértékét; mivel ez a m^2-es keresztmetszet túl nagy, ezért engedélyezték az $\Omega \cdot mm^2/m$ rezisztivitásegység használatát:
1 $\Omega \cdot mm^2/m = 10^{-6}\ \Omega \cdot m = 1\ \mu\Omega \cdot m$

5—38 *Fajlagos vezetés, konduktivitás*
Jele: γ (görög kis gamma)
Értelmezése: elektromos áramsűrűség osztva az elektromos térerősséggel
Mennyiségegyenlet: $\gamma = J/E$
SI-egysége: siemens per méter, jele: S/m
Ajánlott decimális többszörösei: MS/m, kS/m, mS/m, μS/m
Kifejezése az alapegységekkel:

$$m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2 = \frac{s^3 \cdot A^2}{m^3 \cdot kg}$$

Megjegyzések: 1 $S/m = 1\ \frac{A}{V \cdot m}$; régebben használták a fajlagos vezetőképesség nevet is

5—39 *Mágneses ellenállás, reluktancia*
Jele: R_m
Értelmezése: mágneses feszültség osztva mágneses fluxussal
Mennyiségegyenlet: $R_m = U_m/\Phi$
SI-egysége: egy per henry, jele: 1/H
Kifejezése az alapegységekkel:

$$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^2 \cdot A^2 = \frac{s^2 \cdot A^2}{m^2 \cdot kg}$$

Megjegyzés: $1/H = 1\ \frac{A}{V \cdot s}$

5—40 *Mágneses vezetés, permeancia*

Jele: Λ (görög nagy lambda)

Értelmezése: mágneses fluxus osztva mágneses feszültséggel

Mennyiségegyenlet: $\Lambda = \Phi / U_m$

SI-egysége: henry, jele: H

Kifejezése alapegységekkel:

$$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2} = \frac{m^2 \cdot kg}{s^2 \cdot A^2}$$

Megjegyzés: 1 H = 1 V·s/A

5—41 *Tekercs menetszáma*

Jele: N

SI-egysége: 1

Megjegyzés: a tekercs menetszáma puszta szám

5—42 *Fáziskülönbség*

Jele: φ (görög kis fi)

Értelmezése: ha $u = \sqrt{2}U \cos \omega t$ és $i = \sqrt{2}I \cos (\omega t - \varphi)$, akkor φ a fáziskülönbség

SI-egysége: radián, jele: rad

Kifejezése az alapegységekkel: 1

Megjegyzés: további egységeivel kapcsolatban lásd az 1—1 Síkszög adatait

5—43.1 *Látszólagos ellenállás, az impedancia abszolút értéke*

Jele: $|Z|$, Z

Értelmezése: szinuszos feszültség effektív értéke osztva a szinuszos áram effektív értékével

Mennyiségegyenlet: $\dot{Z} = U/I$, ill. $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$

SI-egysége: ohm, jele Ω (görög nagy ómega)

Ajánlott decimális többszörösei: MΩ, kΩ, mΩ

Kifejezése az alapegységekkel:

$$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2} = \frac{m^2 \cdot kg}{s^3 \cdot A^2}$$

Megjegyzés: 1 Ω = 1 V/A

5—43.2 *(Komplex) impedancia*

Jele: $\underline{Z}$, Z

Mennyiségegyenlet: $\underline{Z} = |Z| \cdot e^{j\varphi}$

Megjegyzés: a további adatok azonosak az 5—43.1 Látszólagos ellenállás adataival

5—43.3 *Hatásos ellenállás, rezisztencia*

Jele: R

Értelmezése: az impedancia valós része

Megjegyzés: a további adatok azonosak az 5—35 Rezisztencia adataival

5—43.4 *Meddő ellenállás, reaktancia*

Jele: X

Értelmezése: az impedancia képzetes része

Mennyiségegyenletek: $X_L = \omega L$, $X_C = 1/\omega C$

Megjegyzés: a további adatok azonosak az 5—43.1 Látszólagos ellenállás adataival

5—44.1 *Látszólagos vezetés, az admittancia abszolút értéke*

Jele: Y

Értelmezése: a látszólagos ellenállás reciproka

Mennyiségegyenlet: $Y = 1/Z$

SI-egysége: siemens, jele: S

Ajánlott decimális többszörösei: kS, mS, μS

Kifejezése az alapegységekkel:

$$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2 = \frac{s^3 \cdot A^2}{m^2 \cdot kg}$$

Megjegyzés: 1 S = 1 A/V

5—44.2 *(Komplex) admittancia*

Jele: $\underline{Y}$

Értelmezése: az impedancia reciproka

Mennyiségegyenlet: $\underline{Y} = 1/\underline{Z} = |Y| \cdot e^{-j\varphi}$

SI-egysége: siemens, jele: S

Megjegyzés: a további adatok azonosak az 5—44.1 Látszólagos vezetés adataival

5—44.3 *Hatásos vezetés, konduktancia*

Jele: G

Értelmezése: az admittancia valós része

SI-egysége: siemens, jele: S

Megjegyzés: a további adatok azonosak az 5—44.1 Látszólagos vezetés adataival

5—44.4 *Meddő vezetés, szuszceptancia*

Jele: B

Értelmezése: az admittancia képzetes része

SI-egysége: siemens, jele: S

Megjegyzés: a további adatok azonosak az 5—44.1 Látszólagos vezetés adataival

5—45.1 *Hatásos teljesítmény*

Jele: P

Mennyiségegyenlet: $P = UI \cos \varphi$

SI-egysége: watt, jele: W

Ajánlott decimális többszörösei: TW, GW, MW, kW, mW, μW, nW

Kifejezése az alapegységekkel: $\mathrm{m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}} = \dfrac{\mathrm{m^2 \cdot kg}}{\mathrm{s^3}}$

Megjegyzés: 1 W = 1 V·A

5—45.2 *Meddő teljesítmény*

Jele: Q

Mennyiségegyenlet: $Q = UI \sin \varphi$

SI-egysége: var, jele: var

Kifejezése az alapegységekkel:

$$\mathrm{m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}} = \frac{\mathrm{m^2 \cdot kg}}{\mathrm{s^3}}$$

Megjegyzés: 1 var = 1 V·A

5—45.3 *Látszólagos teljesítmény*

Jele: S

Mennyiségegyenlet: $S = UI$

SI-egysége: voltamper, jele: VA

Kifejezése az alapegységekkel: $\mathrm{m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}} = \dfrac{\mathrm{m^2 \cdot kg}}{\mathrm{s^3}}$

6. Fénytan
(az MSZ 4900/6—71 alapján)

6—1 *Frekvencia*

Jele: ν (görög kis nü), f
Mennyiségegyenlet: $\nu = 1/T$
SI-egysége: hertz, jele: Hz
Megjegyzés: a további adatok azonosak a 2—2.2 Frekvencia adataival

6—2 *Körfrekvencia*

Jele: ω (görög kis ómega)
Mennyiségegyenlet: $\omega = 2\pi\nu$
SI-egysége: radián per másodperc, jele: rad/s
Megjegyzés: a további adatok azonosak a 2—2.3 Körfrekvencia adataival

6—3 *Az elektromágneses sugárzás terjedési sebessége vákuumban*

Jele: c
SI-egysége: méter per másodperc, jele: m/s
Megjegyzés: $c = 2{,}997\ 9 \cdot 10^8$ m/s

6—4 *Hullámhossz*

Jele: λ (görög kis lambda)
Értelmezése: terjedési sebesség osztva a frekvenciával
Mennyiségegyenlet: $\lambda = c/\nu$
SI-egysége: méter, jele: m
Ajánlott decimális többszörösei: μm, nm
Kifejezése az alapegységekkel: m
Más (1980-ig) használható, nem SI-egysége: angström, jele: Å
Átszámítás: 1 Å $= 10^{-10}$ m

6—18 *Fényerősség*

Jele: I_v
SI-egysége: kandela, jele: cd
Törvényes meghatározása: alapegység
Ajánlott decimális többszöröse: mcd

6—19 *Fényáram*

Jele: Φ_v (görög nagy fi index vé)

Értelmezése: fényerősség szorozva térszöggel

SI-egysége: lumen, jele: lm

Törvényes meghatározása: a lumen az a fényáram, amelyet 1 kandela fényerősséggel minden irányban sugárzó pontszerű fényforrás 1 szteradián térszögbe sugároz

Ajánlott decimális többszörösei: Mlm, mlm, μlm

Kifejezése az alap- és kiegészítő egységekkel:

$$\mathrm{cd \cdot sr}$$

6—23 *Megvilágítás*

Jele: E_v

Értelmezése: fényáram osztva felülettel

Mennyiségegyenlet: $E_v = \Phi_v / A$

SI-egysége: lux, jele: lx

Törvényes meghatározása: a lux 1 négyzetméter területű felület megvilágítása, ha reá merőlegesen, egyenletesen elosztva, 1 lumen fényáram esik

Kifejezése az alap- és kiegészítő egységekkel:

$$\mathrm{m^{-2} \cdot cd \cdot sr} = \frac{\mathrm{cd \cdot sr}}{\mathrm{m^2}}$$

6—24 *Fénysugárzás, expozíció*

Jele: H

Értelmezése: megvilágítás szorozva idővel

SI-egysége: luxmásodperc, jele: lx·s

Kifejezése az alap- és kiegészítő egységekkel:

$$\mathrm{m^{-2} \cdot s \cdot cd \cdot sr} = \frac{\mathrm{s \cdot cd \cdot sr}}{\mathrm{m^2}}$$

Más használható, nem SI-egység: luxóra, jele: lx·h

Átszámítás: 1 lx·h = 3600 lx·s

6—32 *Törésmutató (abszolút)*

Jele: n

Értelmezése: a fény vákuumban való terjedési sebessége osztva a közegben való terjedési sebességével

Mennyiségegyenlet: $n = c_0/c$

SI-egysége: 1

Tudnivaló: két közeg relatív törésmutatója a két közegben mért fénysebességek hányadosa; n_{21} jelöli a 2. közegnek az 1. közegre vonatkoztatott relatív törésmutatóját: $n_{21} = n_2/n_1$

6—33 *Gyújtótávolság*

Jele: f

Értelmezése: a geometriai és a fénytani középpont távolságának a fele (gömbtükör esetén)

SI-egysége: méter, jele: m

Ajánlott decimális többszöröse: mm

Kifejezése az alapegységekkel: m

Tudnivaló: optikai lencsékre a gyújtótávolságot az

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)$$

összefüggésből számíthatjuk, ahol r_1 és r_2 a lencsét határoló két gömbfelület sugara, és n a lencse anyagának a közegre vonatkoztatott relatív törésmutatója (a domború lencsék görbületi sugara pozitív, a homorúaké negatív)

7. Akusztika
(az MSZ 4900/7—72 alapján)

7—1 *Rezgésidő (periódusidő)*
Jele: T
Értelmezése: egy rezgés időtartama
SI-egysége: másodperc, jele: s
Ajánlott decimális többszörösei: ms, μs, ns, ps
Kifejezése az alapegységekkel: s

7—2 *Frekvencia*
Jele: f, ν (görög kis nü)
Megjegyzés: a további adatok azonosak a 2—2.2 Frekvencia adataival

7—4 *Körfrekvencia*
Jele: ω (görög kis ómega)
Megjegyzés: a további adatok azonosak a 2—2.3 Körfrekvencia adataival

7—5 *Hullámhossz*
Jele: λ (görög kis lambda)
SI-egysége: méter, jele: m
Ajánlott decimális többszöröse: mm
Megengedett decimális többszörösei: dm, cm
Kifejezése az alapegységekkel: m

7—13 *Hangsebesség*
Jele: c
Értelmezése: a hang terjedési s ebessége az adott közegben
SI-egysége: méter per másodperc, jele: m/s
Kifejezése az alapegységekkel: $m \cdot s^{-1} = m/s$

7—15 *Hangteljesítmény*
Jele: P, esetleg N vagy W
Értelmezése: valamely, a terjedés irányára merőleges felületen áthaladó hangenergia osztva az idővel
Mennyiségegyenlet: $P = E/t$
SI-egysége: watt, jele: W

Ajánlott decimális többszörösei: kW, mW, μW, nW, pW
Kifejezése az alapegységekkel: $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} = kg \cdot m^2/s^3$

7—16 *Hangintenzitás*
Jele: I, esetleg J
Értelmezése: valamely felületre eső hangteljesítmény osztva a felülettel
SI-egysége: watt per négyzetméter; jele: W/m^2
Ajánlott decimális többszörösei: kW/m^2, mW/m^2, $\mu W/m^2$
Kifejezése az alapegységekkel: $kg \cdot s^{-3} = kg/s^3$

7—20 *Hangteljesítményszint*
Jele: L_P
Mennyiségegyenlet: $L_P = 10 \lg \frac{P}{P_0}$ (dB), ahol $P_0 = 10^{-12}$ W, a hangteljesítmény alapértéke (P és P_0 az összehasonlítandó hangteljesítmények)
SI-egysége: nincs
Kifejezése az alapegységekkel: 1
Más használható, nem SI-egység: decibel, jele: dB
Megjegyzés: egyszerűbb lenne, ha az $L_P = \lg \frac{P}{P_0}$ (bel) alakú mennyiségegyenletet választanánk, de a bel (jele: B) egység túl nagy a gyakorlat számára

7—21 *Hangnyomásszint*
Jele: L_p
Mennyiségegyenlet: $L_p = 20 \lg \frac{p}{p_0}$ (dB), ahol $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa, a hangnyomás alapértéke
SI-egysége: nincs
Kifejezése az alapegységekkel: 1
Más használható, nem SI-egység: decibel, jele: dB

7—29 *Hangosságszint*
Jele: L_S
Értelmezése: logaritmikus hangerősségskála, amely 1000 Hz-en a dB értékhez igazodik, más frekvenciákon pedig a hallás tulajdonságai szerint módosul

SI-egysége: nincs
Kifejezése az alapegységekkel: 1
Más használható, nem SI-egység: phon
Megjegyzés: 1000 Hz frekvencián 1 phon = 1 dB

7—30 *Hangosság*
Jele: S
Értelmezése: a hangérzetnek az a tulajdonsága, amely meghatározza a hangok helyét a hallásérzet nagyság szerint rendezett hangsorában (fiziológiai mennyiség)
SI-egysége: nincs
Kifejezése az alapegységekkel: 1
Más használható, nem SI-egysége: son, 1 son = 40 phon

7—31 *Hangintenzitásszint*
Jele: L_I
Mennyiségegyenlet: $L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0}$ (dB)
SI-egysége: nincs
Kifejezése az alapegységekkel: 1
Más használható, nem SI-egység: decibel, jele: dB
Megjegyzés: a hangintenzitásszint valamely I hangintenzitásnak az I_0 alapszinthez való viszonya, decibelekben kifejezve, ahol $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2

8. Fizikai kémia és molekuláris fizika (az MSZ 4900/8—72 alapján)

8—3 *Anyagmennyiség*
Jele: n, esetleg v
SI-egysége: mól, jele: mol
Törvényes meghatározása: alapegység
Ajánlott decimális többszöröse: kmol
Kifejezése az alapegységekkel: mol
Megjegyzés: az anyagmennyiség mólokban kijefezett értékét mólszámnak nevezik

8—4 *Avogadro-állandó*
Jele: L, N_A
Értelmezése: a molekulák száma osztva az anyagmennyiséggel
Mennyiségegyenlet: $L = N/n$
SI-egysége: 1/mol
Kifejezése az alapegységekkel: $mol^{-1} = 1/mol$
Megjegyzés: $N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$

8—5 *Moláris tömeg*
Jele: M
Értelmezése: tömeg osztva az anyagmennyiséggel
Mennyiségegyenlet: $M = m/n$
SI-egysége: kg/mol
Ajánlott decimális többszörösei: kg/kmol, g/mol
Kifejezése az alapegységekkel: $kg \cdot mol^{-1} = kg/mol$

8—6 *Moláris térfogat (móltérfogat)*
Jele: V_m
Értelmezése: térfogat osztva az anyagmennyiséggel
Mennyiségegyenlet: $V_m = V/n$
SI-egysége: m^3/mol
Ajánlott decimális többszöröse: $m^3/kmol$
Megengedett decimális többszörösei: dm^3/mol, cm^3/mol
Kifejezése az alapegységekkel: $m^3 \cdot mol^{-1} = m^3/mol$
Más használható, nem SI-egységek: l/mol, ml/mol

Átszámítások: 1 l/mol $= 10^{-3}$ m³/mol
1 ml/mol $= 10^{-6}$ m³/mol

Megjegyzés: tökéletes gáz moláris térfogata 0 °C-on és 101 325 Pa (=1 atm) nyomáson: $2{,}241 \cdot 10^{-2}$ m³/mol ($\approx$ 22,4 liter/mol)

8—12.1 *Sűrűség*

Jele: ϱ (görög kis ró)
Értelmezése: tömeg osztva térfogattal
Mennyiségegyenlet: $\varrho = m/V$
SI-egysége: kilogramm per köbméter, jele: kg/m³
Megengedett decimális többszörösei: kg/dm³, g/cm³
Kifejezése az alapegységekkel: $m^{-3} \cdot kg = kg/m^3$
Más használható, nem SI-egységek: kg/l, g/l, g/ml
Átszámítások: 1 kg/l = 1 g/ml = 10^3 kg/m³, 1 g/l = 1 kg/m³

8—12.2 *Tömegkoncentráció (B anyagé)*

Jele: ϱ_B (kis ró index nagy bé)
Értelmezése: *B* anyag tömege osztva az oldat térfogatával
SI-egysége: kg/m³
Megjegyzés: a további adatok azonosak a 8—12.1 Sűrűség adataival

8—14 *Anyagmennyiség-koncentráció (oldott B anyagé)*

Jele: c_B
Értelmezése: *B* anyagmennyisége osztva az oldat térfogatával
Mennyiségegyenlet: $c_B = n/V$
SI-egysége: mól per köbméter, jele: mol/m³
Törvényes meghatározása: a mól per köbméter olyan homogén elegy egy összetevőjének anyagmennyiség-koncentrációja, amelynek 1 köbméterében az összetevő anyagmennyisége 1 mól
Ajánlott decimális többszöröse: kmol/m³
Megengedett decimális többszörösei: mol/dm³, mol/cm³
Kifejezése az alapegységekkel: $m^{-3} \cdot mol = mol/m^3$
Más használható, nem SI-egységek: mol/l, mol/ml, kmol/l

Átszámítások: 1 mol/l $= 10^3$ mol/m^3

1 mol/ml $= 10^6$ mol/m$^3 = 1$ kmol/l

Megjegyzés: az ilyen módon megadott koncentrációt molaritásnak is nevezik (ami könnyen összetéveszthető a molalitással; l. 8—16)

8—16 *Molalitás (B oldott anyagé)*

Jele: m_B

Értelmezése: B anyagmennyisége osztva az oldószer tömegével

Mennyiségegyenlet: $m_B = n/m$

SI-egysége: mól per kilogramm, jele: mol/kg

Ajánlott decimális többszörösei: kmol/kg, mol/g

Kifejezése az alapegységekkel: $kg^{-1} \cdot mol = mol/kg$

8—26 *Ozmózisnyomás*

Jele: π (görög kis pi)

Értelmezése: az a nyomástöbblet, amely ahhoz szükséges, hogy ozmotikus egyensúlyt tartson az oldat és az oldószer között, amelyeket olyan membrán választ el, mely csak az oldószert ereszti át

SI-egysége: pascal, jele: Pa

Kifejezése az alapegységekkel: $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2} = \frac{kg}{m \cdot s^2}$

8—30 *Molekula tömege (egyetlen molekuláé)*

Jele: m

SI-egysége: kilogramm, jele: kg

Ajánlott decimális többszörösei: g, mg, μg

Kifejezése az alapegységekkel: kg

8—35 *Moláris gázállandó*

Jele: R

Értelmezése: a tökéletes gáz állapotegyenletében az univerzális (egyetemes) gázállandó

Mennyiségegyenlet: $R = pV_m/T$,

ahol V_m az ún. móltérfogat (térfogat osztva az anyagmennyiséggel)

SI-egysége: joule per mólszor kelvin, jele: $\frac{J}{mol \cdot K}$

Ajánlott decimális többszöröse: $\frac{J}{kmol \cdot K}$

Kifejezése az alapegységekkel:

$$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1} = \frac{m^2 \cdot kg}{s^2 \cdot K \cdot mol}$$

Más használható, nem SI-egységek:

$$\frac{J}{mol \cdot °C}, \quad \frac{J}{kmol \cdot °C}$$

Megjegyzés: $R = 8{,}314 \frac{J}{mol \cdot K}$

8—42 *Elemi elektromos töltés*
Jele: e
Értelmezése: a proton, ill. az elektron elektromos töltése
SI-egysége: coulomb, jele: C
Kifejezése az alapegységekkel: s·A
Megjegyzés: $e = 1{,}6021 \cdot 10^{-19}$ C

8—43 *Ion töltésszáma*
Jele: z
Értelmezése: az ion töltése osztva az elemi töltéssel
SI-egysége: 1

8—46 *Disszociációfok*
Jele: α (görög kis alfa)
Értelmezése: a disszociált molekulák száma osztva az összes molekulák számával
SI-egysége: 1

9. Atom- és magfizika
(az MSZ 4900/9—72 alapján)

9—1 *Rendszám (protonszám)*

Jele: Z
Értelmezése: a magban levő protonok száma
SI-egysége: 1

9—2 *Neutronszám*

Jele: N
Értelmezése: a magban levő neutronok száma
SI-egysége: 1

9—3 *Tömegszám, nukleonszám*

Jele: A
Értelmezése: a magban levő protonok és neutronok száma együttvéve
Mennyiségegyenlet: $A = Z + N$
SI-egysége: 1

9—4.1 *Atomtömeg (az X mag atomjáé)*

Jele: m_a, $m(X)$
Értelmezése: egy atom nyugalmi tömege
SI-egysége: kilogramm, jele: kg
Kifejezése az alapegységekkel: kg
Más használható, nem SI-egység: atomi tömegegység, jele: u
Átszámítás: 1 u = $1{,}6604 \cdot 10^{-27}$ kg (közelítő érték)
Megjegyzés: egy atomi tömegegységnek megfelelő energia: 930 MeV

9—4.2 *Atomi tömegállandó*

Jele: m_u
Értelmezése: egy 12-es tömegszámú szénatom nyugalmi tömegének 1/12 része
SI-egysége: kilogramm, jele: kg
Megjegyzés: a további adatok azonosak a 9—4.1 Atomtömeg adataival

9—5.1 *Elektrontömeg (nyugalomban)*
Jele: m_e
SI-egysége: kilogramm, jele: kg
Megjegyzés: $m_e = 9{,}109 \cdot 10^{-31}$ kg

9—5.2 *Protontömeg (nyugalomban)*
Jele: m_p
SI-egysége: kilogramm, jele: kg
Megjegyzés: $m_p = 1{,}672 \cdot 10^{-27}$ kg

9—5.3 *Neutrontömeg (nyugalomban)*
Jele: m_n
SI-egysége: kilogramm, jele: kg
Megjegyzés: $m_n = 1{,}675 \cdot 10^{-27}$ kg

9—30 *Radioaktív sugárforrás aktivitása*
Jele: A
Értelmezése: az elbomló atomok száma osztva az idővel
Mennyiségegyenlet: $A = N/t$, ahol N a t idő alatt elbomló atomok száma
SI-egysége: becquerel, jele: Bq
Törvényes meghatározása: a becquerel olyan radioaktív sugárforrás aktivitása, amelyben 1 másodperc idő alatt egy bomlás következik be
Kifejezése az alapegységekkel: $s^{-1} = 1/s$
Más (1980-ig) használható, nem SI-egység: curie, jele: Ci
Átszámítás: 1 Ci $= 3{,}7 \cdot 10^{10}$ Bq

9—33 *Felezési idő*
Jele: $T_{1/2}$
Értelmezése: az az átlagos időtartam, amely alatt valamely adott állapotban levő magok vagy atomok N száma a felére csökken
SI-egysége: másodperc, jele: s
Kifejezése az alapegységekkel: s
Más használható, nem SI-egységek: év, jele: a, nap, jele: d, óra, jele: h

10. Magreakciók és ionizáló sugárzások (az MSZ 4900/10—72 alapján)

10—30.2 *Elnyelt sugárdózis*

Jele: D

Értelmezése: az anyag által elnyelt energia osztva a tömeggel

Mennyiségegyenlet: $D = E_D/m$, ahol E_D az m tömeg által elnyelt energia

SI-egysége: gray, jele: Gy

Törvényes meghatározása: a gray az a sugárdózis, amelyet 1 kilogramm tömegű anyag elnyel, ha vele állandó intenzitású ionizáló sugárzás útján, 1 joule energiát közlünk

Kifejezése az alapegységekkel: $m^2 \cdot s^{-2} = m^2/s^2$

Más (1980-ig) használható, nem SI-egység: rad

Átszámítás: 1 rad $= 10^{-2}$ Gy

Megjegyzés: 1 Gy = 1 J/kg, 1 rad = 100 erg/g

10—34.1 *Besugárzási dózis*

Jele: X

Értelmezése: állandó intenzitású ionizáló sugárzás által a levegőben létrehozott azonos előjelű ionok elektromos töltésének összege osztva a levegő tömegével

Mennyiségegyenlet: $X = Q/m$

SI-egysége: coulomb per kilogramm, jele: C/kg

Törvényes meghatározása: a coulomb per kilogramm olyan állandó intenzitású ionizáló sugárzás besugárzási dózisa, amely 1 kilogramm tömegű levegőben összesen 1 coulomb töltésű, azonos előjelű iont hoz létre

Kifejezése az alapegységekkel: $kg^{-1} \cdot s \cdot A = s \cdot A/kg$

Más (1980-ig) használható, nem SI-egység: röntgen, jele: R

Átszámítás: 1 R $= 2{,}58 \cdot 10^{-4}$ C/kg

Mennyiségek és mértékegységek mutatója szám szerint

ÁLTALÁNOS ELŐÍRÁSOK. TÉR- ÉS IDŐMENNYISÉGEK

1—1 Síkszög, szög
1—3 Hosszúság
1—4 Terület
1—5 Térfogat, köbtartalom
1—6 Idő
1—7 Szögsebesség
1—9 Sebesség
1—10.1 Gyorsulás
1—10.2 Nehézségi gyorsulás

REZGÉSEK

2—1 Rezgésidő (periódusidő)
2—2.1 Fordulatszám
2—2.2 Frekvencia
2—2.3 Körfrekvencia
2—3 Hullámhossz
2—5 Fázisszög
2—6 Amplitúdó

MECHANIKA

3—1 Tömeg
3—2 Sűrűség (fajlagos tömeg)
3—3 Fajlagos térfogat
3—4 Tehetetlenségi nyomaték
3—7 Erő
3—8 Súly (nyugvó tömegé)

3—9 Fajsúly
3—10.1 Erőnyomaték (forgatónyomaték)
3—10.2 Hajlítónyomaték
3—10.3 Csavarónyomaték
3—13 Nyomás
3—14.1 Merőleges (normális) feszültség
3—14.2 Csúsztató- (nyíró-) feszültség
3—15.1 Fajlagos hosszváltozás (nyúlás)
3—15.2 Fajlagos keresztirányú méretváltozás
3—16 Fajlagos térfogatváltozás
3—18.1 Rugalmassági modulus
3—19 Súrlódási tényező
3—24 Dinamikai viszkozitás
3—25 Kinematikai viszkozitás
3—26.1 Munka (mechanikai)
3—26.2 Energia (mechanikai)
3—27 Teljesítmény
3—28 Ütőmunka
3—29 Hatásfok

HŐTAN

4—1.1 Hőmérséklet, termodinamikai hőmérséklet
4—1.2 Hőmérséklet, Celsius-hőmérsékleti skála
4—2 Hőmérséklet-különbség
4—3.1 Lineáris hőtágulási tényező
4—3.2 Térfogati (köbös) hőtágulási tényező
4—3.3 Nyomás-hőmérsékleti tényező, feszültségi tényező
4—3.4 Kompresszibilitási tényező
4—4 Hő, hőmennyiség
4—5 Hőáram
4—6 Hőáramsűrűség
4—7 Hővezetési tényező, hővezető képesség
4—8.1 Hőátadási tényező
4—10 Hőkapacitás
4—11 Fajlagos hőkapacitás, fajhő
4—20 Gázállandó (specifikus)

VILLAMOSSÁGTAN

5—1 Elektromos áramerősség
5—2 Elektromos töltés
5—3 Térfogati töltéssűrűség
5—4 Felületi töltéssűrűség
5—5 Elektromos térerősség
5—6.1 Elektromos potenciál
5—6.2 Elektromos feszültség (elektromos potenciálkülönbség)
5—7 Elektromos eltolás, elektromos fluxussűrűség
5—8 Elektromos fluxus
5—9 Elektromos kapacitás
5—10.1 Permittivitás
5—10.2 A vákuum permittivitása
5—11 Relatív permittivitás
5—15 Elektromos áramsűrűség
5—17 Mágneses térerősség
5—18 Mágneses feszültség
5—19 Mágneses gerjesztés
5—20 Mágneses indukció, mágneses fluxussűrűség
5—21 Mágneses fluxus
5—23.1 Induktivitás
5—23.2 Kölcsönös induktivitás
5—25.1 Permeabilitás
5—25.2 A vákuum permeabilitása
5—26 Relatív permeabilitás
5—28 Mágnesezettség
5—29 Mágneses polarizáció
5—32 Elektromágneses energiasűrűség
5—35 Elektromos ellenállás (egyenáramú), rezisztencia
5—36 Elektromos vezetés (egyenáramú), konduktancia
5—37 Fajlagos ellenállás, rezisztivitás
5—38 Fajlagos vezetés, konduktivitás
5—39 Mágneses ellenállás, reluktancia
5—40 Mágneses vezetés, permeancia
5—41 Tekercs menetszáma
5—42 Fáziskülönbség

5—43.1 Látszólagos ellenállás, az impedancia abszolút értéke
5—43.2 (Komplex) impedancia
5—43.3 Hatásos ellenállás, rezisztencia
5—43.4 Meddő ellenállás, reaktancia
5—44.1 Látszólagos vezetés, az admittancia abszolút értéke
5—44.2 (Komplex) admittancia
5—44.3 Hatásos vezetés, konduktancia
5—44.4 Meddő vezetés, szuszceptancia
5—45.1 Hatásos teljesítmény
5—45.2 Meddő teljesítmény
5—45.3 Látszólagos teljesítmény

FÉNYTAN

6—1 Frekvencia
6—2 Körfrekvencia
6—3 Az elektromágneses sugárzás terjedési sebessége vákuumban
6—4 Hullámhossz
6—18 Fényerősség
6—19 Fényáram
6—23 Megvilágítás
6—24 Fénysugárzás, expozíció
6—32 Törésmutató (abszolút)
6—33 Gyújtótávolság

AKUSZTIKA

7—1 Rezgésidő (periódusidő)
7—2 Frekvencia
7—4 Körfrekvencia
7—5 Hullámhossz
7—13 Hangsebesség
7—15 Hangteljesítmény
7—16 Hangintenzitás
7—20 Hangteljesítményszint
7—21 Hangnyomásszint
7—29 Hangosságszint

7—30 Hangosság
7—31 Hangintenzitásszint

FIZIKAI KÉMIA ÉS MOLEKULÁRIS FIZIKA

8—3 Anyagmennyiség
8—4 Avogadro-állandó
8—5 Moláris tömeg
8—6 Moláris térfogat (móltérfogat)
8—12.1 Sűrűség
8—12.2 Tömegkoncentráció (B anyagé)
8—14 Anyagmennyiség-koncentráció (oldott B anyagé)
8—16 Molalitás (B oldott anyagé)
8—26 Ozmózisnyomás
8—30 Molekula tömege (egyetlen molekuláé)
8—35 Moláris gázállandó
8—42 Elemi elektromos töltés
8—43 Ion töltésszáma
8—46 Disszociációfok

ATOM- ÉS MAGFIZIKA

9—1 Rendszám (protonszám)
9—2 Neutronszám
9—3 Tömegszám, nukleonszám
9—4.1 Atomtömeg (az X mag atomjáé)
9—4.2 Atomi tömegállandó
9—5.1 Elektrontömeg (nyugalomban)
9—5.2 Protontömeg (nyugalomban)
9—5.3 Neutrontömeg (nyugalomban)
9—30 Radioaktív sugárforrás aktivitása
9—33 Felezési idő

MAGREAKCIÓK ÉS IONIZÁLÓ SUGARAK

10—30.2 Elnyelt sugárdózis
10—34.1 Besugárzási dózis

Tartalomjegyzék

Előszó 5

Első rész 7

Általános tudnivalók 7

1. A mérésről és a mértékegységekről általában 7
2. Az SI bevezetésének szükségessége 9
3. A mennyiségegyenlet, számértékegyenlet, mértékegység-egyenlet és dimenzióegyenlet 11
4. A koherens mértékegység-rendszer 12
5. A nemzetközi mértékegység-rendszer (SI) felépítése 13
   a) Alapmennyiségek és alapegységek 14
   b) Kiegészítő mennyiségek és egységeik 14
   c) Az alap- és kiegészítő egységek szabványos definíciója ... 14
   d) A származtatott egységek 15
   e) A számérték és a mértékegység összefüggése 16
   f) A prefixumok 17
   g) Szabályok és tilalmak a prefixumok használatával kapcsolatban 18
   h) Milyen mértékegységeket kell alkalmazni 20
   i) A mértékegységek jelének írásmódja 20
   j) Szorzópontok 21
   k) A külön névvel ellátott származtatott SI-egységek és ezek jelei 22
   l) Néhány külön nevű, de nem SI-egység 23

I. Az SI-n kívüli, korlátozás nélkül használható törvényes mértékegységek 23

II. SI-n kívüli, kizárólag meghatározott szakterületen használható törvényes mértékegységek 24

III. Az SI-n kívüli, átmenetileg 1980. január 1-ig használható törvényes mértékegységek 24
IV. Nem törvényes, de még néha használt mértékegységek 25
m) A mennyiségegyenletek alakja függ az alkalmazott mértékegység-rendszertől 26
n) Dimenzió nélküli mennyiségek 28
o) A szögletes és a kerek zárójel használata 29

Második rész 31

A fizikai mennyiségek neve, jele és mértékegysége 31

1. Általános előírások. Tér- és időmennyiségek 32
2. Rezgések 35
3. Mechanika 37
4. Hőtan 46
5. Villamosságtan 52
6. Fénytan 67
7. Akusztika 70
8. Fizikai kémia és molekuláris fizika 73
9. Atom- és magfizika 77
10. Magreakciók és ionizáló sugárzások 79

Mennyiségek és mértékegységek mutatója szám szerint 80

Kiadja a Műszaki Könyvkiadó
Felelős kiadó: Fischer Herbert igazgató

80.86.66-16-2 Alföldi Nyomda, Debrecen
Felelős vezető: Benkő István igazgató

Műszaki vezető: Hegedűs Ernő — Műszaki szerkesztő: Fraunhoffer Gábor
A könyv formátuma: A5 — Ívterjedelme: 5,5 (A5)
Példányszám: 4 050 — Papír minősége: 80 g ofszet
Betűcsalád és -méret: Extended, gm/12
Azonossági szám: 36 387
Készült az MSZ 5601 és 5602 szerint

A könyv kereskedelmi forgalomba nem hozható!

36387